

Fe 变频器的调试手册

——Fe 变频器技术应用文件（三）

文件版本：Fe-DEBUG-V0001

前　言

将 Fe 变频器按照要求安装好以后,并接好所有电缆，即可对其进行现场调试. 调试过程包括空载通电检查、带载试运行、参数设置等。

Fe 变频器采用多种运行控制方式启动，用户需综合现场控制要求，选择合适的控制方式。尽量选择更简单的接线方式进行控制，以免造成不必要的混乱和电磁干扰。

该系列变频器的参数在我们出厂时已经有所设置, 用户需根据需要重新设置参数,且某些参数在设定时应逐渐调节,并带载测试。不要一次调节过多,而造成过犹不及。

本手册中的参数功能码的程序版本号为：FECG01.2-**K**-3P400-A-**-NNNN-**01V01**

在使用本手册前，请先确认程序版本号！

目 录

第一章 安全说明 - 6 -
第二章 Fe 变频器的调试步骤 - 7 -
2.1 Fe 变频器调试流程图 - 7 -
2.2 进行变频器空载通电检查 - 7 -
2.3 变频器带电机空载运行 - 8 -
2.4 带有控制电位器机型的试运行 - 8 -
2.5 恢复出厂参数 - 9 -
2.6 带载试运行 - 9 -
2.7 变频器与上位机相连进行系统调试 - 9 -
2.8 频繁起停时的特别注意事项 - 9 -
第三章 Fe 变频器控制端子的功能 - 10 -
3.1 Fe 变频器的控制端子说明 - 10 -
3.2 Fe 变频器控制板上辅助跳线说明 - 10 -
第四章 Fe 变频器的参数设置 - 12 -
4.1 Fe 变频器运转指令的选择 - 12 -
4.1.1 【b00】=0 - 12 -
4.1.2 【b00】=1 - 12 -
4.1.3 【b00】=2 - 14 -
4.1.4 【b00】=3 - 14 -
4.1.5 【b00】=4 - 14 -
4.1.6 【b00】=5，6 - 15 -
4.1.7 运转方向【E37】 - 15 -
4.2 Fe 变频器频率指令来源选择 - 16 -
4.2.1 固定频率设定 - 16 -
4.2.1.1 多段速运行（【b00】＝2） - 18 -
4.2.1.2 内置 PLC 运行（【b00】＝3） - 19 -
4.2.2 模拟量频率输入 - 20 -
4.2.3 脉冲频率输入（【b02】=11） - 24 -
4.2.4 上位机频率输入(【b02】=12) - 25 -
4.3 频率范围限制 - 25 -
4.3.1 最高输出频率 HF（【b03】） - 25 -
4.3.2 最低输出频率 LLF（【b07】） - 26 -
4.3.3 上/下限频率 UF/LF（【b21】【b22】） - 26 -
4.3.4 曲线最小/最大对应频率(【b28】/【b30】) - 26 -
4.3.5 起动频率【b32】 - 26 -
4.4 加减速时间 - 27 -
4.4.1 加速时间（【b16】）和减速时间(【b17】) - 27 -
4.4.2 其他加减速时间 - 27 -
4.5 加减速模式选择【b15】 - 28 -
4.6 转矩控制与转矩限制 - 28 -
4.6.1 V/F 曲线模式设定（【b06】） - 29 -

4.6.2 自动转矩提升【b19】的说明 - 31 -
4.6.3 零速控制参数（【b43】【b44】） - 31 -
4.6.4 失速电流保护设定（【E19】【E20】） - 32 -
4.6.5 无跳闸控制的设定（【H21】~【H24】） - 33 -
4.6.6 直流制动的设定（【H04】~【H07】） - 33 -
4.6.7 节能控制的设定（【H14】~【H20】） - 34 -
4.6.9 失速过电压的设定（【H25】） - 35 -
4.6.10 下垂控制（【H26】） - 35 -
4.7 电子热过载保护值的设定（【b20】) - 36 -
4.8 点动运行的设定 - 36 -
4.9 PI 控制 - 37 -
4.9.1 PI 控制时的参数设置(其他未改动的按出厂值) - 38 -
4.9.2 主要参数设定说明 - 38 -
4.9.3 脉冲反馈的调试说明 - 41 -
4.10 模拟量输出的使用 - 42 -
4.11 载波频率对变频器及电机的影响（【H00】） - 43 -
4.11.1 载波频率对变频器及变频器输出电流的影响 - 43 -
4.11.2 载波频率对电机及其他设备的影响 - 43 -
4.11.3 变频器的载波频率与变频器出线长度的关系 - 43 -
4.11.4 变频器的载波频率与电动机功率关系 - 43 -
4.12 频率检测及频率到达（【E11】~【E15】） - 43 -
4.13 电机参数的自整定(【H36】) - 45 -
4.14 监视功能组说明(d 组) - 45 -
4.15 Fe 变频器的故障代码 - 46 -
4.16 几种常见负载的参数设置的特别说明 - 46 -
4.16.1 风机、泵类负载 - 46 -
4.16.2 数控机床 - 48 -
4.16.3 重负载 - 48 -
4.16.4 一拖多的情况 - 49 -
4.17 通讯功能参数设置 - 49 -
第五章 调试过程中疑难问题解答 - 50 -
5.1 为什么一般情况下要设定启动转矩补偿，而且每台设置不尽相同？ - 50 -
5.2 如果电机长时间在低速运行，要注意那些因素？ - 52 -
5.3 高频冲击负载用变频器应注意那些因素？ - 52 -
5.4 变频器驱动齿轮减速电动机时应注意那些因素？ - 52 -
5.5 绕组式异步电机怎么使用变频器调速？ - 53 -
第六章 调试中常见故障分析与解决 - 54 -
6.1 Fe 变频器调试过程中的干扰问题怎么解决？ - 54 -
6.2 电机声音大的原因 - 54 -
6.3 过流报警（OC—1，2，3）及过载（OL） - 55 -
6.4 过压（OE—1，2，3）及欠压（P.OFF） - 56 -
6.5 过热（OH） - 56 -
6.6 输出不平衡及无显示 - 56 -
6.7 漏电断路器经常跳闸，如何解决？ - 56 -

第七章 变频器应用误区 - 57 -
误区 1、使用变频器都能节电 - 57 -
误区 2、变频器的容量选择以电动机额定功率为依据 - 57 -
误区 3、用视在功率计算无功补偿节能收益 - 58 -
误区 4、变频器输出侧不能加装接触器 - 58 -
误区 5、变频调速器在离心风机中的应用，可完全取代风机的调节阀门 - 59 -
误区 6、 通用电动机只能在其额定转速以下采用变频调速器降速运行 - 59 -
误区 7、忽视变频器的自身特点——电磁干扰 - 60 -

第一章　安全说明

防止电击 !!

1. 调试人员须配备安全防护设备和措施，必须有安全用电常识，且最好指定专人调试。
2. 当加紧机内连线时，确保电源开关断开。操作开关时保证操作人员的手干燥。
3. 当输入电源接通时，不要接触电路板上的元器件，不要用螺丝刀等金属性物体随便指变频器内部部件和端子台，若不慎与机内高压部分接触，则有可能造成电击！
4. 检查时，必须在电源断开 10 分钟之后，并且在使用万用表检查直流电压放电（低于 36V）以后进行。
5. 如果电缆的外皮损坏或将重物放在电缆上面将导致电击的发生。在电源投入之前，必须进行绝缘处理！
6. 检查完毕后，电源投入前，务必对变频器所有接线和周围设备进行仔细检查，确保无短路、无虚接，工具、螺丝等未留在机器内。
7. 所有不明来源的电缆端头都要进行绝缘处理，负责将有触电和短路危险！

防止损坏 !!

1. 在调试过程中，如果不慎，将机内连线挂断或脱落，则必须重新连接并绝缘可靠。若不知接线序号，务必找出安装时的原理图，确保连接正确，并注意端子极性。否则，非正确的端子连接将导致变频器的损坏。
2. 不要在变频器上放置重物、有水的水杯、小螺丝钉等。
3. 对于 Fe 变频器 45KW 以下机型，在打开面盖之前，先用小平口螺丝刀，卸下操作面板。再小心撬开面盖。否则，将会损坏显示板连接插头或面盖。

第二章 Fe 变频器的调试步骤

2.1 Fe 变频器调试流程图

变频器的调试是指：已经按照要求正确安装变频器之后的通电测试、参数设置、故障排查等，调试的流程图见图 2.1。

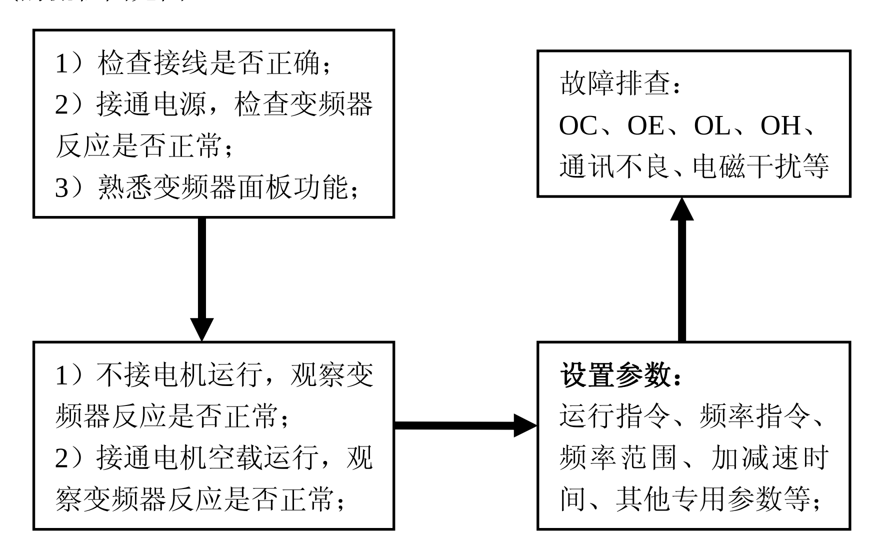


图 2.1 Fe 变频器调试流程图

2.2 进行变频器空载通电检查

1、打开变频器机壳（如必要）；
2、将变频器接地端子接地，并用万用表测量是否接触良好；
3、将变频器的电源输入端子（R、S、T）接到电源上；暂且不接电机线和制动单元。
4、接通电源，将听到变频器内有继电器（或交流接触器）吸合的声音，变频器将显示由 P.OFF 跳为 0，说明上电正常，并用万用表测量电源电压是否在正常范围内；

当 E18=0，即显示输出频率时的两种状态:

停止状态:显示 0，不闪烁。

待机状态：0.00，闪烁

零速运行状态:显示 0.00，不闪烁。在运行状态时，部分参数不能调节。

5、熟悉变频器的操作键；

Fe 变频器有如下功能键：

运行（RUN）、停止/复位（STOP）、功能键（FUNC）、数据/确认（SET）、增加（UP）、减少（DOWN）。

6、变频器空运行：

(1) 变频器无电源开关，主电源一接上，变频器即上电①，当起动按钮 RUN 按下(或通过端子控制有效)时，变频器即有输出。②

(2) 变频器出厂默认的上电显示运行参数为输出频率，若需改为其它内容，参照“功能选择”(E21)进行调整。变频器的出厂设置基于本公司标准电机的标准应用。

(3) 出厂时，变频器频率设定在 0.00Hz，这意味着电机不会转动，电机转动必须通过▲键对变频器进行设定。③

注①. 装置在通电前，塑料外壳必须盖好。在电源关断后，必须等待 5 分钟，使直流环节电容器放电，在此期间不能打开上盖。

注②. 变频器起停的出厂设置为面板控制，端子 SF-COM 已被短接。

注③. 数字频率给定出厂时设置 0.00Hz。这可以防止电机在初始设置时失控运转。在电机运转前必须输入一个频率给定值，可通过在运行监视模式下缓慢转动键盘电位器给定频率(出厂设置为键盘电位器频率给定)。

在以上的操作中，若有异常响声或电源投入后，变频器无显示、继电器（接触器）未吸合，都应立即切断电源检查。

2.3 变频器带电机空载运行

变频器投入运行基本方法如下，这一方法使用数字操作器给定频率，只需改动几个参数。

(1)、变频器上电后，根据电机基本频率对变频器参数进行初始化。即[b39]＝2 或 3。

(2)、检查控制端子 SF—COM 上的短接片是否存在，如果不存在则应用导线短接。

(3)、检查基底频率[b04]、基底电压[b05]等参数，确认它们与电机铭牌数据一致。

(4)、运行：若键盘上有电位器，则直接按下变频器数字操作器面板上的 RUN 键，并缓慢转动电位器。若无电位器，则需将 b02=0，并将所要求的输出频率写入[b01]功能码。按下变频器数字操作器面板上的 RUN 键。变频器将按参数中设定的频率驱动电机。

2.4 带有控制电位器机型的试运行

Fe 系列变频器出厂时已设置为用数字操作器上的电位器设定变频器的输出频率，可按下列步骤进行运转。

顺序	操作	说明
1	将控制电位器逆时针旋到底	频率设定初始值为 0
2	按 RUN 键	输入运转指令，显示 0.00
3	顺时针(向右)缓缓拧动电位器，显示开始改变，到显示 5.00 时停止操作	电机开始旋转
4	观察: ★ 电机运转方向是否合乎要求 ★ 电机运行是否平稳 ★ 有无异常噪音、异常现象发生	观察运行是否正常，若发现异常应立刻停止运行，切断电源，排除故障后再进行试运行
5	顺时针(向右)拧动电位器	电机加速运转
6	逆时针(向左)拧动电位器	电机减速运转
7	按 STOP 键	试运行结束，下达停止指令，下一步可以进入到正常运行

试运转时，最好先不带负载先运行一次，然后带轻载运行，最后再带载运行。变频器的运行与停止操作不要采用通断变频器电源的方式。

2.5 恢复出厂参数

如果在现场将参数调乱了，变频器无法正常工作,简单的办法是将参数初始化为出厂参数：设置[b39]＝2 进行 50Hz 出厂参数初始化。

请确认该初始化参数是否符合现场所用电机及工况，必要时可对初始化以后的参数再作调整。

输出电压/频率	电源输出 3Φ/380V/50Hz　SPWM 波
电压/频率比	恒转矩 H-03
运行频率	0～50Hz
加减速时间	直线形，加速 10 秒/减速 10 秒
电机热保护	电机额定电流 100%
面板选择	RUN、STOP 控制起停，面板电位器频率给定

2.6 带载试运行

- 1.手动操作变频器的运行停止键，观察电机是否正常启停；
- 2.运转方向是否正确；
- 3.电机和机械负载是否正常；
- 4.逐渐增加运行频率，增加负载，变频器是否会正常运行；
- 5.调整优化运行参数；
- 6.根据系统操作和工艺需求，采用其它的频率设定方式和命令控制方式；

2.7 变频器与上位机相连进行系统调试

根据现场控制要求，可以在手动的基本设定完成并单机正常运行后，如果系统中有上位机，将各变频器用通讯线正确连接，并设置激活通讯口，用上位机进行变频器及系统的各种操作。具体说明见后续章节。

2.8 频繁起停时的特别注意事项

1、禁止用 R、S、T 端子前接入的接触器 KM 的辅助触点频繁起停变频器，负责将会使滤波电容过早老化损坏和烧坏电容充电限流电阻。进线接触器只作为变频器电源的通断控制。可选用外部端子 SF、SR、X1～X3 等起停变频器。

2、试运行中简单故障的对策：

1) 加速中出现过电流(O.C)——延长加速时间。

2) 减速中出现过电压(O.E)——延长减速时间。

3) RUN 键按下后立即出现过电流(O.C)——接线错误，请检查主电路配线 U、V、W 输出有无短路、接地现象。如果电机的绝缘性能下降也会造成这种故障。

4）RUN 键按下后很快出现 O.L——变频器启动转矩补偿过多，调整【b06】；电机负载太重或堵转，或是加速时间太短。

5) 电机运转方向与实际需要相反——改变 U、V、W 任意两相的顺序或对调控制板上 SF/SR 的接线。

6) 电机出现振动，且每次运行时的旋转方向不定——U、V、W 输出有一相断开 (输出缺相)。

第三章　Fe 变频器控制端子的功能

3.1　Fe 变频器的控制端子说明

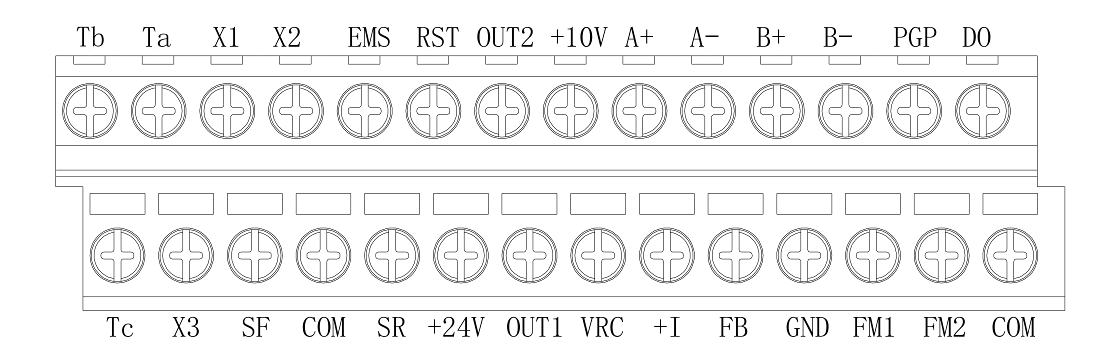
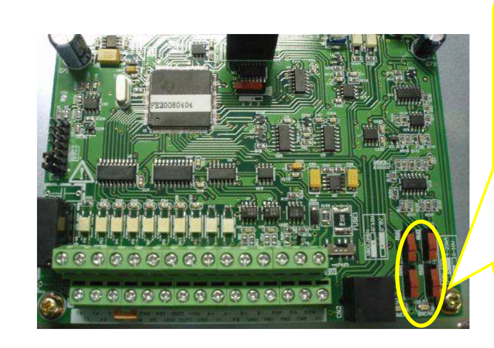


图 3.1　Fe 变频器的控制端子

详细说明见表 3-1。

3.2　Fe 变频器控制板上辅助跳线说明

如图 3-2（图中为出厂设置）



JP2　1 2 3
2－3短接，选择码盘信号由A+,A-,B+,B-差动输入
1－2短接，选择码盘信号由A-,B-开路集电极输入

JP3　1 2 3
2－3短接，选择FM2端外接电压表
1－2短接，选择FM2端外接电流表

JP4　1 2 3
2－3短接，选择FM1端外接电压表
1－2短接，选择FM1端外接电流表

JP5　1 2 3
2－3短接，选择VRC端输入0～10V模拟信号
1－2短接，选择VRC端输入0～5V模拟信号

图 3-2 控制板上辅助跳线说明

表 3-1　Fe 变频器控制端子说明

类别	**端子**	**信号功能**	**说明**	**信号要求**
开关量输入信号	SF	正转/停止	详见【b00】,【E37】说明	光电耦合隔离输入 24VDC/8mA
	SR	反转/停止		
	RST	复位输入	“闭”复位	
	EMS	外部异常	“闭”自由停车	
	X1,X2，X3	多功能输入端子	详见相关参数说明，“闭”有效	
	COM	开关量公共端	与 GND 隔离	
模拟输入信号	FB	反馈输入信号	反馈信号，模拟电压输入	输入电压范围：0~5V， 输入阻抗：100kΩ 分辨率：1/1000
	VRC	频率指令	模拟电压频率给定	0~10V，输入阻抗：100 kΩ 可由 JP5 选择 0～5V 输入阻抗：50 kΩ 分辨率 1/2000
	+I		模拟电流频率给定，反馈信号	4～20 mA 输入阻抗：165 Ω 分辨率：1/1000
	GND	模拟公共端	与 COM 隔离	
开关量输出信号	OUT1-COM	开路集电极 输出 1	可编程定义为多种功能的开关量输出，见【E16】[E17]具体说明	开路集电极输出 ＋24V/50mA 允许最大负载
	OUT2-COM	开路集电极 输出 2		
	DO-COM	脉冲输出	脉冲输出信号，见【E09】	0～50KHz
	Ta	继电器 Ry 输出	Ta－Tb 常开；Tb－Tc 常闭（Tb 为公共端) 可编程定义，见【E18】具体说明	接点额定容量： 250VAC/3A， 30VDC/3A 或更小
	Tc			
	Tb	继电器输出公共端		
模拟输出信号	24V	DC24V 电源正极	COM 为负极	
	10V	DC10V 电源正极	一般做模拟量频率指令电源，GND 为负极	10V(允许最大电流 10mA)
	FM1-GND	多功能 输出 1#	可编程定义的多功能模拟量输出，见【E04】[E06]具体说明	由 JP3，JP4 选择 FM1，FM2 输出电压/电流信号切换 电压范围：0/2~10V 电压表 电流范围：0/4~20mA 电流表
	FM2-GND	多功能 输出 2#		
码盘信号	PGP-COM	＋24V 电源	码盘供电电源	最大输出电源:100mA
	A+	码盘信号 A	JP2 短路块 2－3 短接，选择码盘信号由 A+、A-、B+、B-差动输入；JP2:1-2 短接，选择由 A-、B-集电极输入	差动输入时， 码盘电源电压范围: ＋8V～24V 最高输入频率:50KHz
	A-			
	B+	码盘信号 B		
	B-			
通讯	485＋	485 差分信号正端	标准 485 通讯接口，请使用双绞线或屏蔽线	
	485－	485 差分信号负端		

第四章　Fe 变频器的参数设置

4.1 Fe 变频器运转指令的选择

功能码	运转指令来源设定		出厂设定值	0
b00	运转指令来源设定（1，3 选项已含有频率指令来源）	0	RUN/STOP 数字操作器控制	
		1	UP/DOWN 升降控制	
		2	外部端子（含外部多段速）控制，STOP 键有效	
		3	内置 PLC 控制	
		4	外部端子并由 X3 切换内/外频率来源，STOP 键有效	
		5	上位机控制 RUN/STOP,STOP 键有效	
		6	上位机控制 RUN/STOP,STOP 键无效	

4.1.1　【b00】=0

1）RUN/STOP 控制起动/停止，这是最简单的面板控制方式。

此为 Fe 变频器的出厂设置。此种方式，无需外接启动按钮及继电器等（出厂时，SF/COM 由短接片连接）。若想进行稍远距离操作，可以加装延长线，我公司有 1m，2m，5m 等。

2）由【b02】设定频率指令来源。

3）【b16】,【b17】设定加减速时间。

4）【b02】≠10 时，运转方向由 SF/SR—COM 决定。

SF—COM 闭合，正转；SR—COM 闭合，反转。

若 SF，SR 同时闭合，则即使按下 RUN 键也不运转。

若 SF，SR 同时断开，则未按 STOP 键变频器也将停止。

5）【b02】=10 时，运转方向由频率给定电压的极性决定，不再由 SF/SR 控制。

6）部分接线见图 4.1。

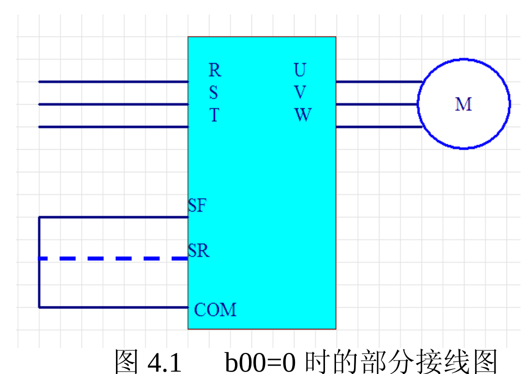


图 4.1　　b00=0 时的部分接线图

4.1.2　【b00】=1

1）频率的初始值由【b01】设定。

2）RUN 键无效，STOP 键有效。运转方向由[E37]给出的电路决定。这种方式已经包含频率来源，即不用设置【b02】。

3）在运行命令有效期间（SF/SR—COM 闭合），闭合 X1-COM，输出频率将由初始频率上升至上限频率【b21】；闭合 X2-COM，输出频率将由上限频率【b21】下降到某一值（用户自己定）。

在不断电或采用掉电频率保存功能【b42=1】时，第二次用 X1/X2-COM 加减速（或“▲”“▼”键调整）的频率初始值是前一次用 X1/X2-COM 加减速（或“▲”“▼”键调整）的终止值。如图 4.2。

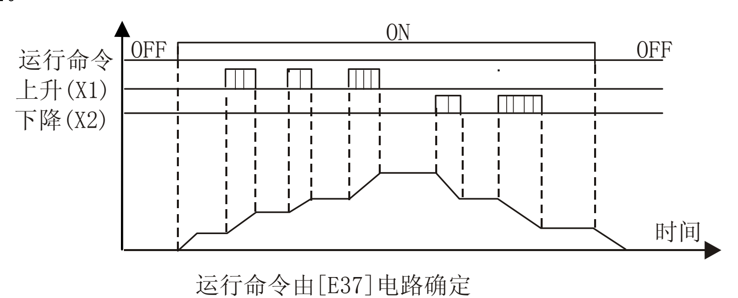


图 4.2 【b00=1】时频率变化规律图

4）在数字操作器为运行监测模式下，也可由“▲”上升和“▼”下降按键（从初始频率）调整输出频率。

5）每按一下加/减 0.01Hz，连按:先每次加减 0.01Hz，当连续超过 2 秒时，根据加减速时间决定变化率。

6）X1，X2 同时闭合/断开，运行命令由【E37】电路决定，运行频率按初始值或前一次调整的终止值运行。

7）若 X1、X2 已被定义其它功能，则【b00】无法设定为 1。

8）部分接线如图 4.2。

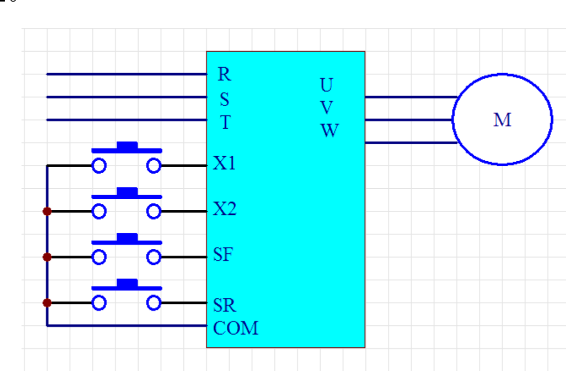


图 4.2　b00=1 时的部分接线图

要想对所调整的数字频率进行保存，则可以将 b42=1 即可。调整的频率值存在 b01 参数中，下次上电后，设定的频率自动由【b01】恢复。

掉电数字设定频率保存说明见下表。

掉电频率保存	起停方式选择	频率来源选择	频率保存设定
条件①	b00=0	b02=0 并通过“▲” “▼”按键调整	b42=1
条件②	b00=1		b42=1
条件③	b00=2	b02=0 并通过“▲” “▼”按键调整	b42=1

4.1.3 【b00】=2

外部端子（含外部端子多段速）控制，STOP 键有效，关联设定[E37]、P 组参数

1）RUN 键无效，STOP 键有效。即可以用 STOP 键停止，但不能从键盘启动，必须再次通过外部端子启动才有效。

2）运转方式与：运转指令来源由[E37]＝0、1、2 给出的电路确定。

3）多段速控制：由端子 X3、X2、X1-COM 的二进制组合选择 0～7 段速，该段速持续时间由端子 X3、X2、X1-COM 组合持续时间决定，运转方向由[E37]给出的电路确定，频率加减速时间由 P 参数设定。详见下一节《频率指令来源》中相应说明。

4）若 X1、X2、X3 已被定义其它功能，则[b00]无法设定为 2。被占用的 X 端子被默认为 0 输入。

5）接线图见图 4.3。

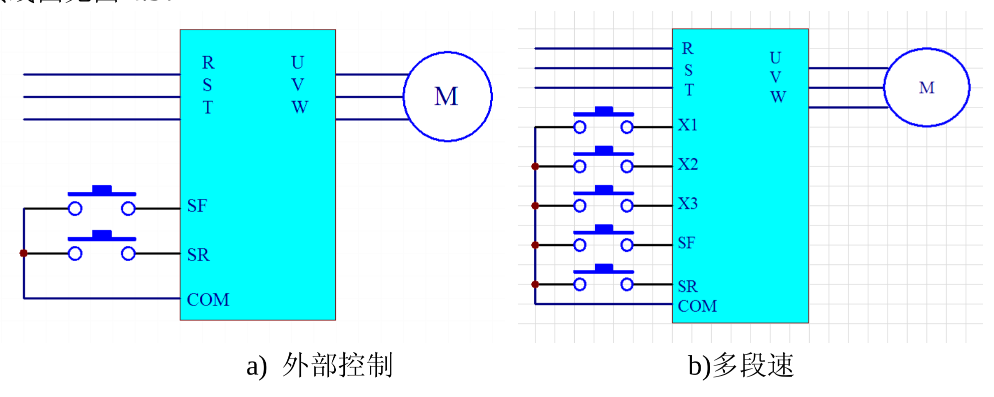


图 4.3 b00=2 时的部分接线图

4.1.4 【b00】=3

内置 PLC 控制，关联设定 P 组参数，详见本章 4.2 中相关说明。

1）按下 RUN 键或闭合 SF-COM 运行，按下 STOP 键或闭合 SR-COM 停机。

2）不参与编程运行的段，其持续时间功能码设为 OFF，参与编程运行的段，其持续时间功能码设为相应的运行时间,并设定该段的频率、转向、加减速时间等 P 组参数。

4.1.5 【b00】=4

外部端子，并由 X3 切换内/外部频率指令来源，STOP 键有效，关联设定[b02] 。此控制方式多用于远端控制和就地控制的切换。

1）RUN 键无效，STOP 有效。

2）运转方式由[E37]给出的电路确定。

3）当 X3-COM 闭合时，由外部信号设定频率: [b02]＝0～2 时，按[b02]＝5 处理；[b02]其它值按正常设定。

4）当 X3-COM 断开时，由面板电位器正动作设定频率。

5）部分接线图 4.4。

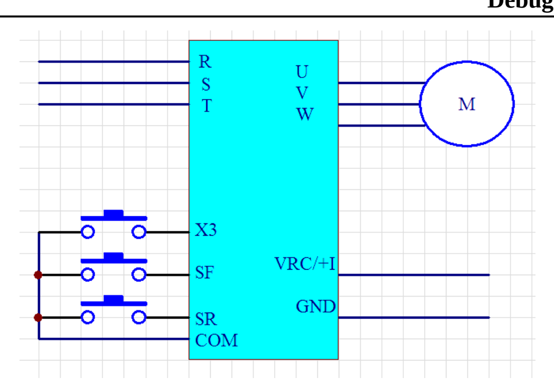


图 4.4　b00=4 时的部分接线图

4.1.6　【b00】=5，6

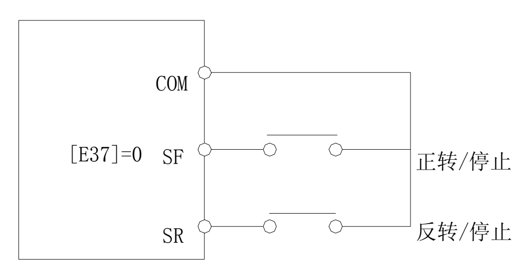
上位机控制起停和转向。关联设定[H08]、[H09]、[H10]；详见本章 4.7 中的说明。
[b00]=5 时，STOP 键停机有效。
[b00]=6 时，STOP 键停机无效。

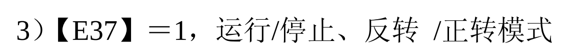
4.1.7　运转方向【E37】

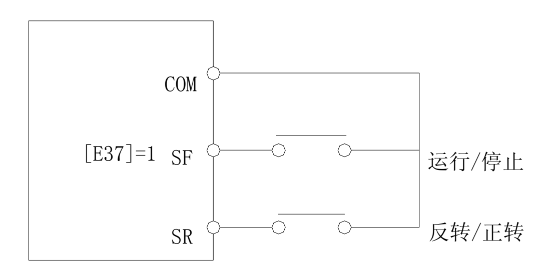
E37	SF、SR 端子功能设定		出厂设定值	0
	设定范围	0	正转/停止、反转/停止模式	
		1	运行/停止、反转/正转模式	
		2	按钮控制自保模式	

1）只有在【b00】＝1，2，4 时，【E37】端子功能才有效。

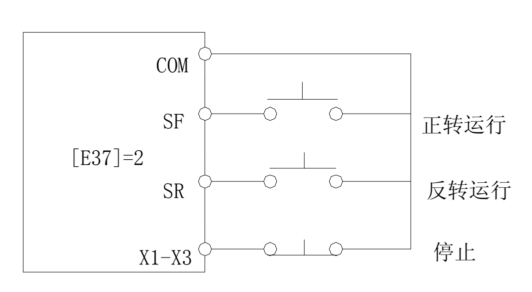
2）【E37】＝0，
正转/停止、反转/停止模式
SF-COM 闭合：正转
SR-COM 闭合：反转
SF、SR 同时闭合或断开:停止




3）【E37】＝1，运行/停止、反转 /正转模式
SF-COM 闭合：运行
SF-COM 断开：停止
SR-COM 闭合：反转
SR-COM 断开：正转



4）【E37】＝2，对按钮操作具有“自保”功能
【E30】选定 X1、X2、X3 之一为停止端子。
SF-COM 闭合:正转
SR-COM 闭合:反转
X1～X3-COM 断开:停止
　　在变频器已正转(反转)运行情况下按下反转(正转)按钮，会减速至零停机后再反转(正转)至设定频率。



4.2 Fe 变频器频率指令来源选择

<table>
<tr><td>功能码</td><td colspan="2">频率指令来源设定</td><td>出厂设定值</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="13">b02</td><td rowspan="13">设定范围（5 类频率指令来源）</td><td>0</td><td colspan="2">数字操作器数字给定</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">数字操作器电位器正动作 0～5V</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">数字操作器电位器反动作 5～0V</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">外部端子正动作 0～5V(VRC -GND 间输入 0～5V)</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">外部端子反动作 5～0V(VRC -GND 间输入 0～5V)</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">外部端子正动作 0～10V(VRC -GND 间输入 0～10V)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">外部端子反动作 10～0V(VRC -GND 间输入 0～10V)</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">外部端子正动作 4～20mA(+I -GND 间输入 4～20mA)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2">外部端子反动作 20～4mA(+I -GND 间输入 4～20mA)</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">(外部端子 0～10v)+(外部端子 4～20mA)</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="2">VRC 端子输入-10V～+10V:-10～0V 反转；0～10V 正转</td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="2">脉冲频率给定</td></tr>
<tr><td>12</td><td colspan="2">上位机频率给定</td></tr>
</table>

从上表及【b00】=1，3 时，可以得出：频率来源有 6 类：

1）固定频率设定，即直接由键盘输入一个确定的值。
  有两种情况：
  ①、单一频率：当【b00】=0，【b02】=0 时，【b01】的值即为设定频率。运行状态时，可以通过键盘“▲”，“▼”按键调整输出频率。其保存与否可看【b42】的值。
  ②、多段速及内置 PLC：即【b00=2，3】时，最多可以有 8 段设定，具体每段频率在 P 组参数中设定。具体说明在后面。
2）键盘电位器给定。即【b02】=1，2，可以由电位器给定，由于其较易操作，适用于近距离操作和调节。
3）键盘“▲”，“▼”按键给定。详细说明参见前面的【b00】=1 的说明。
4）外部模拟量给定。即【b02】=3~10，包括外部电位器。
5）脉冲频率给定。即【b02】=11。
6）上位机给定。即【b02】=12。
如果将点动频率指令来源也算入，则共有 7 种频率来源。具体在后续章节中介绍。
注意：在进行频率设定时，必须先确定频率的限定范围，将在后续章节介绍。

详细说明如下：

4.2.1 固定频率设定

即采用第一类频率指令来源。

主要适用于不经常改变频率的手动操作以及系统调试。可用于要求不高的调速系统和节能的风机、水泵控制系统。此类一般为单一频率给定，下面主要说明多段速及内置 PLC 控制时的频率设定。主要设定 P 组参数。

P 组参数如下：

功　能	功能码	功能名称	参数范围及说明		出厂值
PLC 工作方式	P00	PLC 工作方式	0:单次循环后停机 1:往复循环运行 2:单次循环后维持在最后频率运行	●	0
0 段速设定	P01	段速 0 运转方向	SF:正转　　SR:反转		SF
	P02	段速 0 持续时间	OFF/1～65000S	●	OFF
1 段速设定	P03	段速 1 频率设定	0.00～最高频率 HF		5.00
	P04	段速 1 运转方向	SF:正转　　SR:反转		SF
	P05	段速 1 持续时间	OFF/1～65000S	●	OFF
	P06	段速 1 加速时间	0.1～6500.0S		10.0
	P07	段速 1 减速时间	0.1～6500.0S		10.0
2 段速设定	P08	段速 2 频率设定	0.00～最高频率 HF		10.00
	P09	段速 2 运转方向	SF:正转　　SR:反转		SF
	P10	段速 2 持续时间	OFF/1～65000S	●	OFF
	P11	段速 2 加速时间	0.1～6500.0S		10.0
	P12	段速 2 减速时间	0.1～6500.0S		10.0
3 段速设定	P13	段速 3 频率设定	0.00～最高频率 HF		20.00
	P14	段速 3 运转方向	SF:正转　　SR:反转		SF
	P15	段速 3 持续时间	OFF/1～65000S	●	OFF
	P16	段速 3 加速时间	0.1～6500.0S		10.0
	P17	段速 3 减速时间	0.1～6500.0S		10.0
4 段速设定	P18	段速 4 频率设定	0.00～最高频率 HF		30.00
	P19	段速 4 运转方向	SF:正转　　SR:反转		SF
	P20	段速 4 持续时间	OFF/1～65000S	●	OFF
	P21	段速 4 加速时间	0.1～6500.0S		10.0
	P22	段速 4 减速时间	0.1～6500.0S		10.0
5 段速设定	P23	段速 5 频率设定	0.00～最高频率 HF		40.00
	P24	段速 5 运转方向	SF:正转　　SR:反转		SF
	P25	段速 5 持续时间	OFF/1～65000S	●	OFF
	P26	段速 5 加速时间	0.1～6500.0S		10.0
	P27	段速 5 减速时间	0.1～6500.0S		10.0
6 段速设定	P28	段速 6 频率设定	0.00～最高频率 HF		50.00
	P29	段速 6 运转方向	SF:正转　　SR:反转		SF
	P30	段速 6 持续时间	OFF/1～65000S	●	OFF
	P31	段速 6 加速时间	0.1～6500.0S		10.0
	P32	段速 6 减速时间	0.1～6500.0S		10.0
7 段速设定	P33	段速 7 频率设定	0.00～最高频率 HF		50.00
	P34	段速 7 运转方向	SF:正转　　SR:反转		SF
	P35	段速 7 持续时间	OFF/1～65000S	●	OFF
	P36	段速 7 加速时间	0.1～6500.0S		10.0
	P37	段速 7 减速时间	0.1～6500.0S		10.0

4.2.1.1 多段速运行（【b00】＝2）

1）频率指令来源及段速选择：<u>**第 0 段速由[b02]确定**</u>，其他段速由 P 组相应参数的设定给出（见下表）。由 X3、X2、X1-COM 二进制组合段速选择表如下(X-COM 闭合为 1)：

段速序号	0	1	2	3	4	5	6	7
运行频率来源	[b02]	[p03]	[p08]	[p13]	[p18]	[p23]	[p28]	[p33]
X3-COM	0	0	0	0	1	1	1	1
X2-COM	0	0	1	1	0	0	1	1
X1-COM	0	1	0	1	0	1	0	1

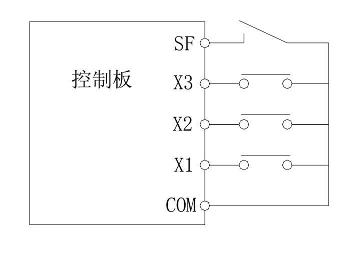
2）运行方向：由【E37】的值及组成的电路确定。

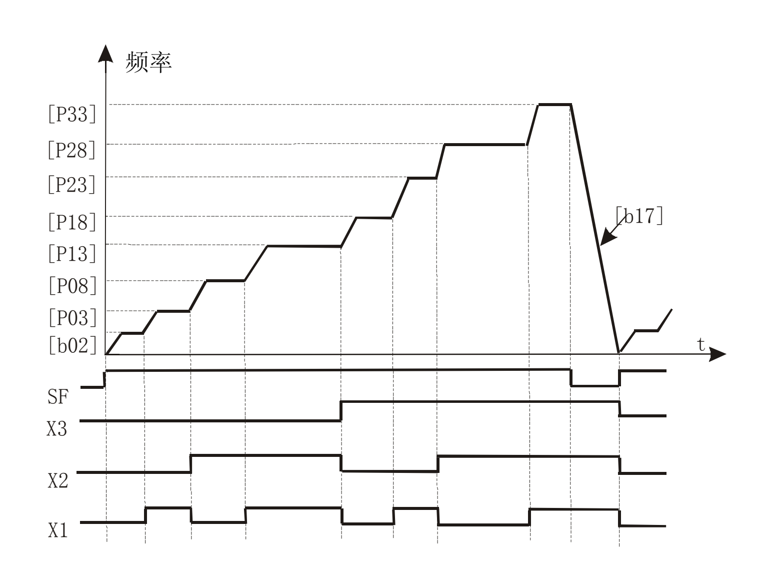
3）持续时间：由相应段速开关闭合的持续时间决定。

4）加减速时间：<u>**第 0 段速的加/减速时间仍由[b16]/[b17]确定**</u>。段速 1-7 加速时间是从 0.00Hz 上升到 HF 的时间； 段速 1-7 减速时间是从 HF 下降到 0.00Hz 的时间；

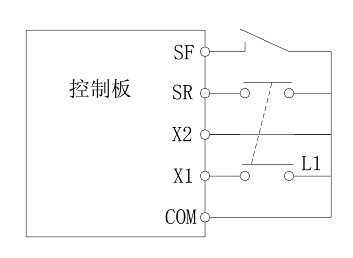
多段速控制举例：

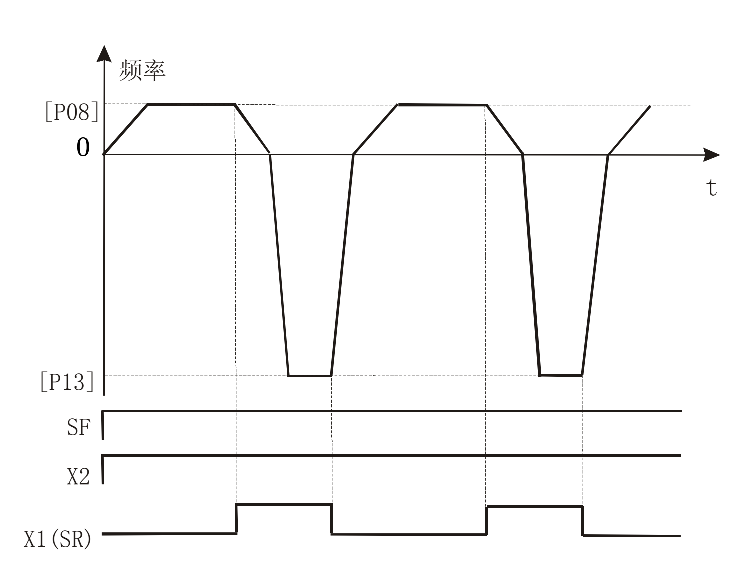
例 1: 8 段速正向周期运行。
【E37】＝0





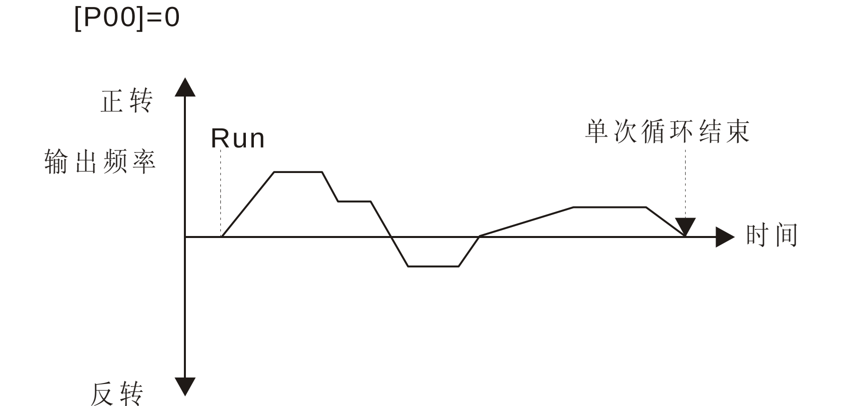
例 2: 2 段速正/反向周期运行。
【E37】＝1

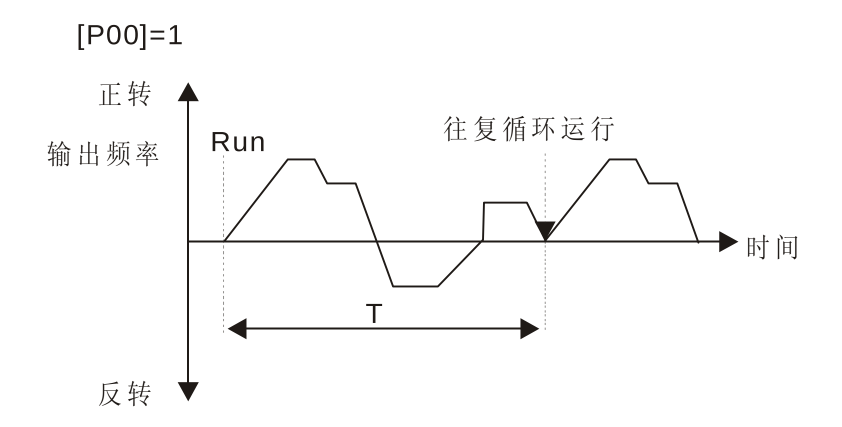




4.2.1.2 内置 PLC 运行（【b00】＝3）

1）运行方式：根据实际需要选择合适的运行方式。[P00]的具体说明见图 4.2.1。





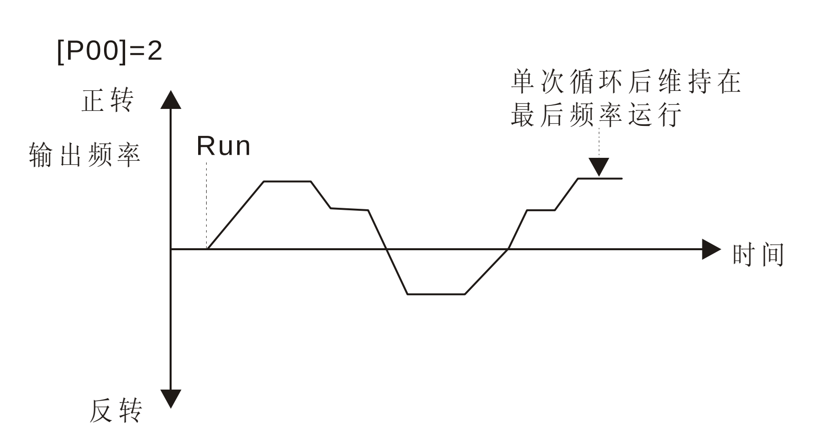


图 4.2.1 [P00]参数的功能图解

2）频率指令来源：**<u>第 0 段速由[b01]直接给出</u>。**其他段速由 P 组相应参数的设定给出。

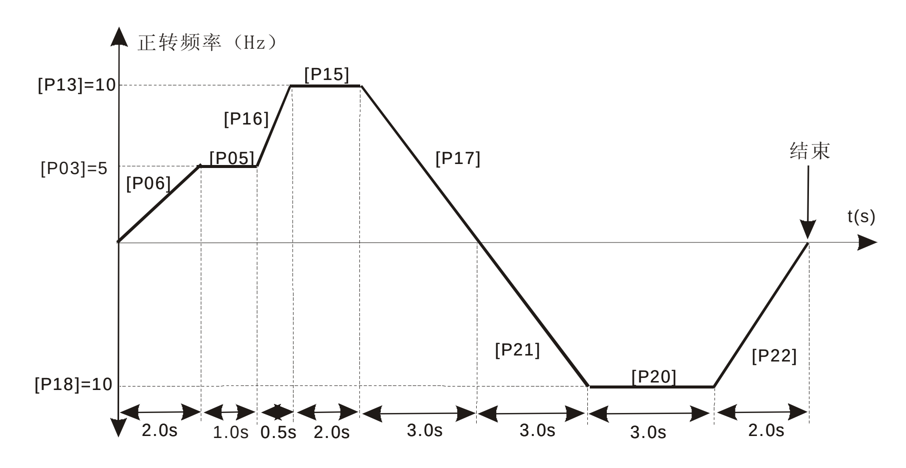
3）运转方向：SF-正转；SR-反转。

4）持续时间：即达到 n 段速后持续运行的时间，由 P 组相应参数的设定给出。OFF 表示该段不参与运行。

4）加减速时间：<u>第 0 段速的加/减速时间仍由【b16】/【b17】确定</u>。<u>段速 1-7 加速时间是从前一段速上升到本段速的时间。段速 1-7 减速时间是从前一段速下降到本段速的时间。</u>

内置 PLC 控制举例：

要求变频器按图示曲线运行，须设定【P00】＝0。由段速 1、3、4 段组成，对应的运行参数见表。未参与 PLC 的多段速，其持续时间设为 OFF，即[P02]＝[P10]＝[P25]＝[P30]＝[P35]＝OFF。见图 4.2.2。



注：图中未标出正反转死去时间影响。

图 4.2.2　PLC 运行过程图

由 1、3、4 三段 PLC 运行表:

功能码	参数设定值	单位
P03	5.00	Hz
P04	SF:正转	-
P05	1.0	S
P06	2.0	S
P07	X	S
P13	10.00	Hz
P14	SF:正转	-
P15	2.0	S
P16	0.5	S
P17	3.0	S
P18	10.00	Hz
P19	SR:反转	-
P20	3.0	S
P21	3.0	S
P22	2.0	S

4.2.2　模拟量频率输入

模拟量输入设定方法是一种控制精度较高的方法。主要适用于须经常改变频率进行调速的手动操作，通过外接电位器实现手动控制，可以用电压信号或电流信号进行控制，还可以与传感器，PLC 等组成闭环控制系统，实现较精确的频率调节水压供水及伺服系统。

例如：蒸馏系统的上醪泵的变频控制，就是和塔顶温度构成串级控制，利用 DCS 进行模拟量输入来控制变频器实现调速的。还有数控机床的主轴变频控制，通过 CNC 系统输出模拟量实现调速。

Fe 变频器的模拟量频率指令主要有以下几种：

1） 键盘电位器 0~5V 正/反动作；（【b00】=1，2）

2） 外部电压信号 0~5V 正/反动作；（【b00】=3，4）

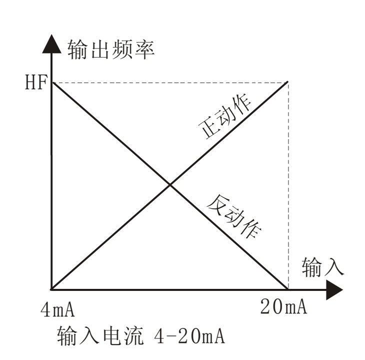
3） 外部电压信号 0~10V 正/反动作；（【b00】=5，6）

4） 外部电流信号 4~20mA 正/反动作；（【b00】=7，8）

5） 外部电压信号 0~5V+4~20mA 正动作；（【b00】=9）

6） 外部电压信号－10V~+10V 动作，并由输入电压符号决定运转方向。（【b00】=10）

正/反动作过程见图 4.2.3。



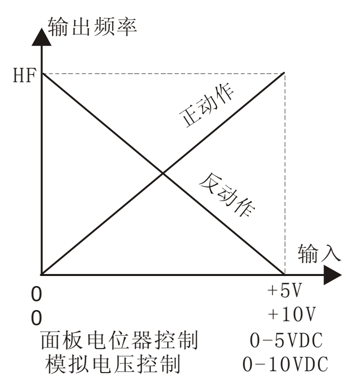


图 4.2.3　模拟量输入正反动作过程图

特别说明：

1）当【b02】＝5、6、9、10 时，将跳线 JP5 置为 2-3。 图解见图 4.2.4。

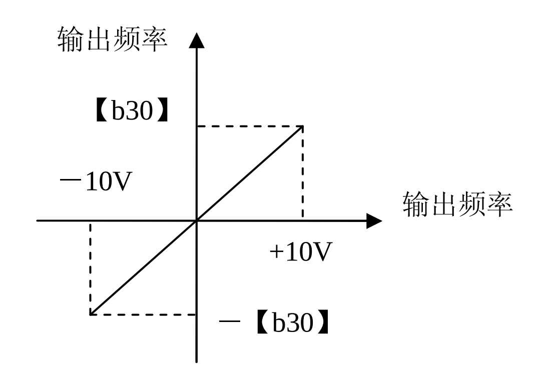


图 4.2.4

2）Fe 变频器对模拟量频率指令的调整采用两点定义模式：

b 25	给定通道增益		出厂设定值	1.00
	设定范围	0.00~9.99	最小单位	0.01
b 26	模拟输入通道滤波时间常数		出厂设定值	0.5s
	设定范围	0.0~10.0s	最小单位	0.1s
b 27	曲线最小给定		出厂设定值	0.0%
	设定范围	0.0~100.0%	最小单位	
b 28	曲线最小给定对应频率		出厂设定值	0.00Hz
	设定范围	0.00~300.00Hz	最小单位	0.01Hz
b 29	曲线最大给定		出厂设定值	100.0%
	设定范围	0.0~100.0%	最小单位	
b 30	曲线最大给定对应频率		出厂设定值	50.00Hz
	设定范围	0.00~300.00Hz	最小单位	0.01Hz

注:【b26】为一阶惯性环节时间常数，对模拟量给定信号进行一阶惯性滤波。此值越大，干扰信号的抑制越明显，但响应越慢。也是 FB 通道的滤波时间常数。

3）两点曲线定义图解如下：（图 4.2.6）

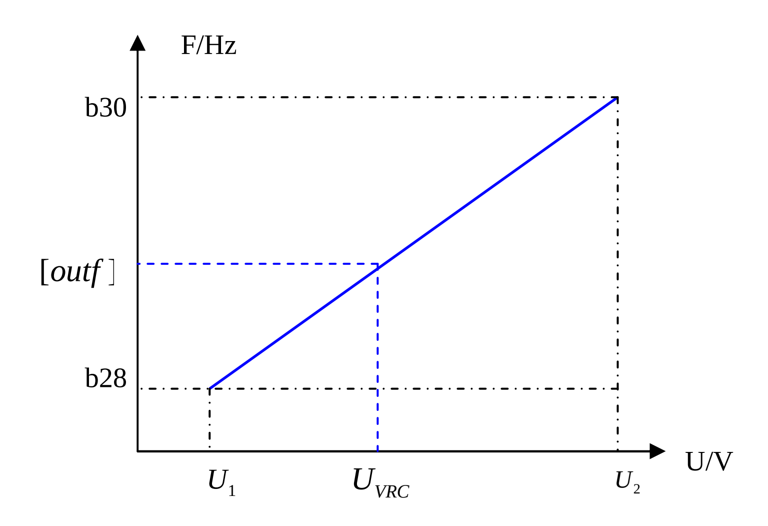


图 4.2.6 模拟量控制两点式图解

图中，$U_2 = \dfrac{[b29]\% \times U_{10V/5V}}{[b25]}$ ……………………………………………………………(1)

$U_1 = \dfrac{[b27]\% \times U_{10V/5V}}{[b25]}$ ……………………………………………………………(2)

变频器实际输出频率：

$[outf] \approx \dfrac{[b30-b28]}{U_2-U_1} \times (U_{VRC}-U_1) = \dfrac{[b30-b28]}{[b29-b27]\%} \times \dfrac{[b25]}{U_{10V/5V}} \times (U_{VRC}-U_1)$ ……………(3)

式中：$U_{10V/5V}$ ——当模拟量为 0~10V，且 JP5 在 2-3 短接时，其值为 10V；

当模拟量为 0~5V，且 JP5 在 1-2 短接时，其值为 5V；

举例：设定以下参数：（其他的为出厂设置）

参数代码	参数含义	设定说明
b25=1.9	给定通道增益	输出频率波动太大，可适当增大 b26,但不能实时响应模拟量的变化。其他参数可以根据实际情况适当调整。
b26=0.5	滤波时间常数	
b27=19	曲线最小给定	
b28=1	最小给定对应频率	
b29=95	曲线最大给定	
b30=49	最大给定对应频率	

当输入的模拟量U_{VRC}=4V 时，变频器的输出频率为 36Hz 左右。当输入为 3.5V 时，则为 30Hz 左右。画出的对应曲线为：（图 4.2.6）

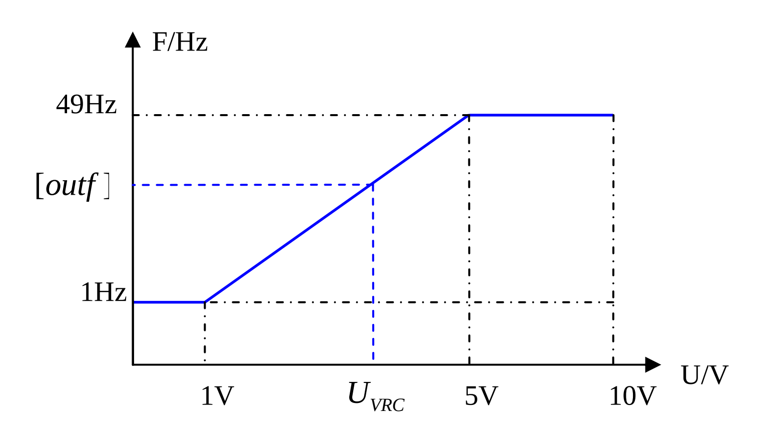


图 4.2.6 两点式举例图解

3）两台变频器的模拟量联动控制接线见图 4.2.7。

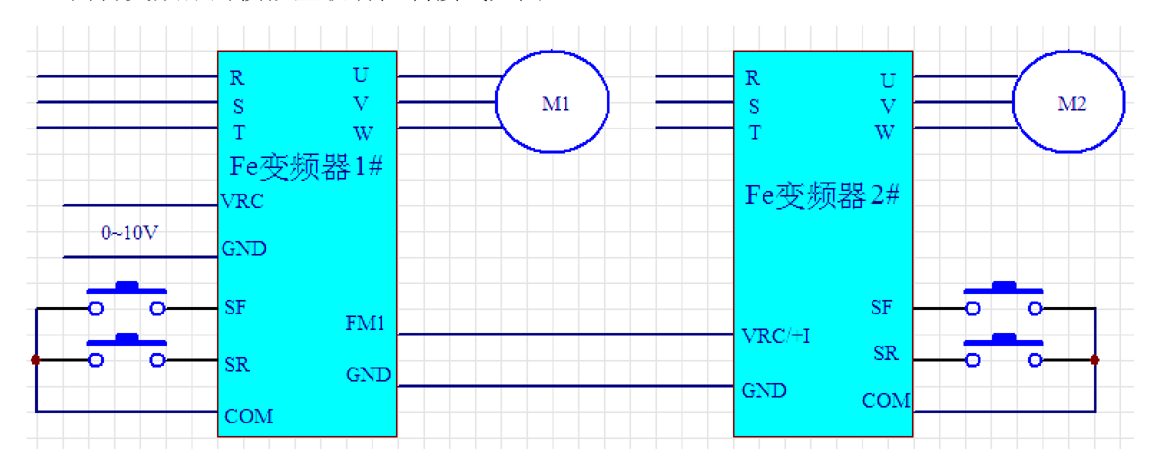


图 4.2.7 两台变频器模拟量信号联动控制

参数设置：（未修改的均为出厂设置，注意 JP4，JP5 跳线位置）

变频器 1#（主机）参数设置			变频器 2#（辅机）参数设置		
参数代码	功能说明	设定说明	参数代码	功能说明	设定说明
b00=2	外部控制	根据实际控制方式	b00=2	外部控制	根据实际控制方式
b02=5	0~10V 控制		b02=5	0~10V 控制	
b03=50	最高频率	根据实际需要	b03=50	最高频率	根据实际需要
b06=H-02	启动转矩补偿		b06=H-02	启动转矩补偿	
b16=5	加速时间		b16=1	加速时间	为了尽量同步，时间较短
b17=5	减速时间		b17=1	减速时间	
b21=50	上限频率		b21=50	上限频率	根据实际需要
b25~b30	两点曲线定义	根据实际结果调整	b25~b30	两点曲线定义	根据实际结果调整
E04=0	FM1 输出选择	根据辅机运行结果调整			
E05=0	FM1 输出增益				

4.2.3 脉冲频率输入（【b02】=11）

1）脉冲信号由 A-端子输入，将 JP2 置为 1-2。接线图见图 4.2.8。

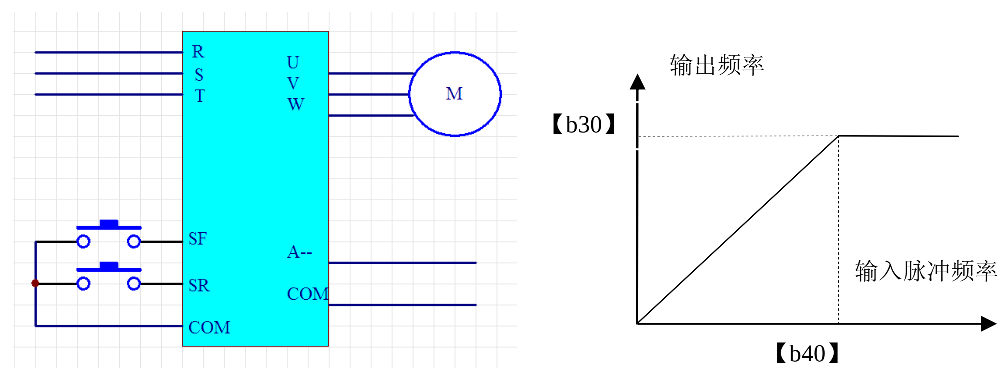


图 4.2.8 脉冲输入的部分接线图　　　　图 4.2.9 脉冲频率指令来源图解

2）运转指令及方向由【E37】电路确定。此时脉冲反馈【E25】=4，5 无效。

3）输入脉冲范围：305Hz~【b40】；

4）需要正确设定最高输入脉冲频率【b40】，其值对应【b30】曲线最大对应频率。见图 4.2.9。

5）两台 Fe 变频器脉冲频率指令同步举例：接线见图 4.2.10。

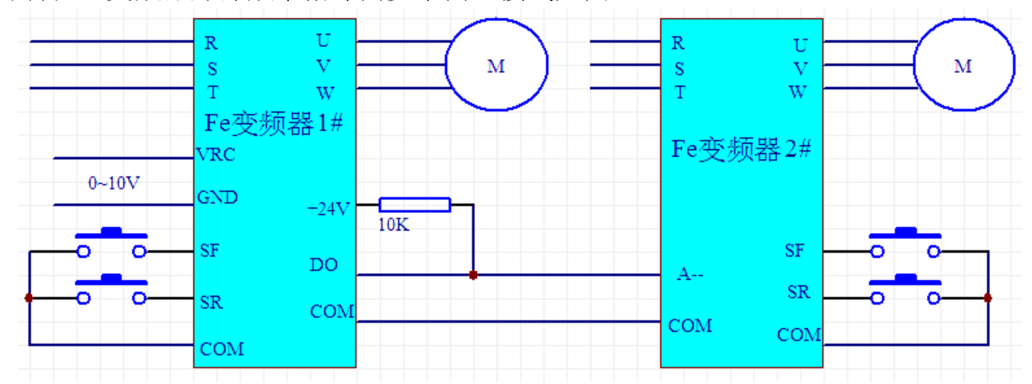


图 4.2.10 脉冲频率指令的同步控制

相关参数设置：（未修改的参数均为出厂设置，辅机 JP2 置 1-2）

变频器 1#（主机）参数设置			变频器 2#（辅机）参数设置		
参数代码	功能说明	设定说明	参数代码	功能说明	设定说明
b00=2	外部控制	根据实际控制方式	b00=2	外部控制	根据实际控制
b02=5	0~10V 控制		b02=11	脉冲频率	脉冲输入选择
b03=50	最高频率	根据实际需要	b03=50	最高频率	根据实际需要
b06=H-02	起动转矩补偿		b06=H-02	启动转矩补偿	根据实际运行
b16=5	加速时间		b16=1	加速时间	为了尽量同步，时间较短。
b17=5	减速时间		b17=1	减速时间	
b21=50	上限频率		b21=50	上限频率	根据实际需要
b25~b30	两点曲线定义	根据实际运行结果调整	b25~b30	两点曲线定义	根据实际运行结果调整
E09=0	脉冲输出选择	联动控制时的选择	b40=10	最高脉冲输入频率	要求同速时必须和主机的【E10】相等
E10=10	脉冲输出频率	可用出厂值			

4.2.4 上位机频率输入(【b02】=12)

Fe 变频器的上位机可以是 PC 机、工程机、PLC、控制系统等。在与上位机连接时，需要选择使用 RS485/RS232 转换器、PROFIBUS 适配器、MODBUS 适配器等。

通过上位机设定频率是一种高精度的频率设定，其具有通讯速率高，稳定可靠，接线简单等优点。而模拟量控制时，输出端经过一个数模转换器，经过导线，进入输入端（变频器）又经过一个模数转换器才能参与控制。两个转换器位数不同和导线损耗都可能造成一定误差，而通讯传递直接是数字量不需要转换，没有误差，在传输过程中不会造成损耗，而且响应速度率也会很高。此部分的说明将在后续章节介绍。

4.3 频率范围限制

即变频器输出频率的上、下限幅值。频率限制是为防止误操作或外接频率设定信号源出故障，而引起输出频率的过高或过低，以防损坏设备的一种保护功能。在应用中按实际情况设定即可。

此功能还可作限速使用，如有的皮带输送机，由于输送物料不太多，为减少机械和皮带的磨损，可采用变频器驱动，并将变频器上限频率设定为某一频率值，这样就可使皮带输送机运行在一个固定、较低的工作速度上。

Fe 变频器的频率范围调整参数表如下所示：

b 03	最高频率 HF		出厂设定值	50.00
	设定范围	50.00～300.00Hz	最小单位	0.01Hz
b 07	最低输出频率 LLF		出厂值	0.00
	设定范围	0.00~【b09】	最小单位	0.01Hz
b 21	上限频率 UF		出厂设定值	50.00
	设定范围	下限频率 LF～最高频率 HF	最小单位	0.01Hz
b 22	下限频率 LF		出厂设定值	**0.50**
	设定范围	0.00～上限频率 UF	最小单位	0.01Hz
b 28	曲线最小给定对应频率		出厂设定值	0.00
	设定范围	0.00～最高频率 HF	最小单位	0.01Hz
b 30	曲线最大给定对应频率		出厂设定值	50.00
	设定范围	0.00～最高频率 HF	最小单位	0.01Hz
b 32	起动频率		出厂设定值	**0.50**
	设定范围	0.00～60.00Hz	最小单位	0.01Hz
b 40	最高输入脉冲频率		出厂设定值	**20.0**
	设定范围	1.0KHz～50.0KHz	最小单位	0.1KHz
E 10	最高输出脉冲频率		出厂设定值	**10.00**
	设定范围	0.1KHz～50.0KHz	最小单位	0.01KHz
H 00	载波频率		出厂设定值	取决于机型
	设定范围	1～15KHz	最小单位	1KHz

4.3.1 最高输出频率 HF（【b03】）

所有模拟输入频率设定信号(4～20mA,0～5V,0～10V)正动作的最大值或反动作的最小值对应的最高频率。与【b03】有直接关系的参数有：

b16/b17	加减速时间	E00~E02	跳跃频率
b 21	上限频率	E04=0/E06=0	FM 输出选择
b 24	磁滞频率宽度	E09=0	DO 输出选择
b 36~b38	点动控制参数	E11~E15	频率检出设定

4.3.2 最低输出频率 LLF（【b07】）

是电机允许的最低频率，用于设定用户自定义 V/F 曲线的最低频率，详见 4.7 节说明。

4.3.3 上/下限频率 UF/LF（【b21】【b22】）

是变频器在稳态运行中允许输出的最高频率/最低频率。见图 4.3.1。

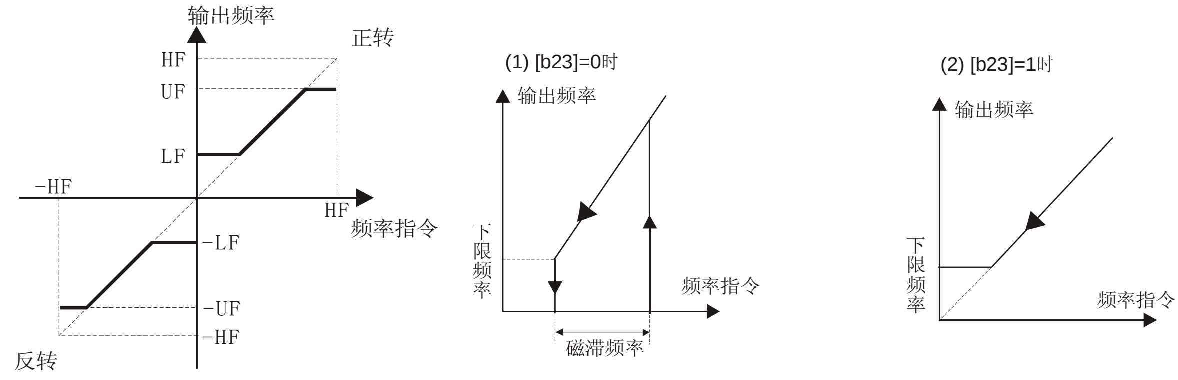


图 4.3.1 上下限频率定义图解　　　　　　图 4.3.2 磁滞频率宽度图解

说明：当设为下限频率以下停机(【b23】=0)时，有时由于控制信号（一般为模拟量）在下限时的波动，而使变频器输出频率在下限附近波动。为了防止变频器在下限频率附近可能出现频繁的起停，需要设置磁滞频率宽度。见图 4.3.2。

4.3.4 曲线最小/最大对应频率(【b28】/【b30】)

参见前一节中两点定义中的说明。

4.3.5 起动频率【b32】

指变频器配合转矩补偿最佳地调整起动转矩特性而设的频率。此参数常关联起动保持时间（【b33】）。图 4.3.3。

【b33】指以起动频率运转的持续时间，若运行频率比起动频率低，则按起动频率运行，起动频率持续时间到达后，将按减速时间下降到运行频率。以适合不同惯性系统起动。

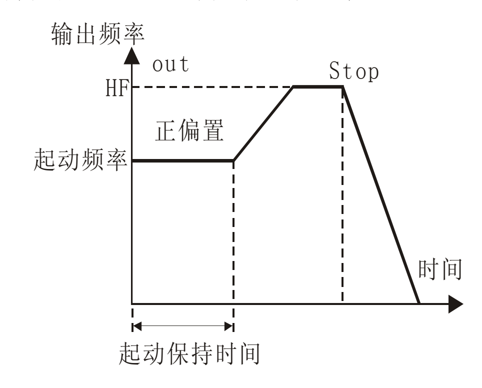


图 4.3.3 起动频率及保持时间图解

由于其值出厂值为 0.5Hz，下限频率的出厂值也为 0.5Hz，所以在采用出厂值设定时，

变频器最小输出频率为 0.5Hz。

同理，在用外部模拟量给定频率时，模拟量值和变频器输出频率曲线对应的频率在 0.5Hz 以下时，即使给定模拟量有变化，变频器也是无输出的。

有些用户反映，在用模拟量给定或上位机给定频率时，只有在大于 0.1V(0~10V)时，变频器才有输出，其中就有这个起动频率的原因，另一原因可能是起动转矩补偿不足引起的。

7）【b40】和【E30】，具体说明在前一节——脉冲频率输入中。

4.4 加减速时间

加速时间就是输出频率从 0 上升到**最大频率 HF** 所需时间，减速时间是指从**最大频率**下降到 0 所需时间。用上升、下降键来调整加减速时间。在电动机加速时须限制频率设定的上升率以防止过电流，减速时则限制下降率以防止过电压。

加速时间设定要求：将加速电流限制在变频器过电流容量以下，不使过流失速而引起变频器跳闸；

减速时间设定要求：防止平滑电路电压过大，不使再生过压失速而使变频器跳闸。

加减速时间可根据负载计算出来，但在调试中常采取按负载和经验先设定较长加减速时间，通过起、停电动机观察有无过电流、过电压报警；然后将加减速设定时间逐渐缩短，以运转中不发生报警为原则，重复操作几次，便可确定出最佳加减速时间。

4.4.1 加速时间（【b16】）和减速时间(【b17】)

当 [b00]≠3 时，加速时间表示输出频率由 0.00Hz 上升到 HF 所需时间。减速时间表示输出频率由 HF 下降到 0.00Hz 所需时间。图 4.4.1。

当 [b00]＝3 且段速 0 运行时，加速时间表示由 0.00Hz 上升到[b01]频率指令所需时间。减速时间表示由[b01]频率指令下降到 0.00Hz 所需时间。图 4.4.2。

说明：加减速时间的最小单位是 0.1S，要想获得更小的时间，根据定义，可以将 HF 设高一些，折算到运行频率的时间就更短一些。

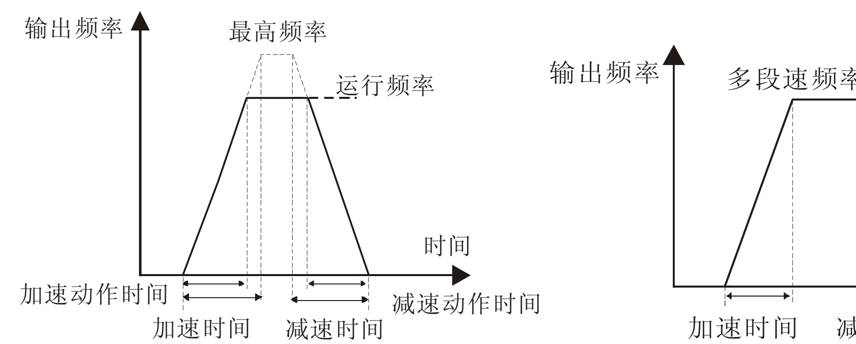


图 4.4.1　[b00]≠3 时加减速时间定义　　图 4.4.2 [b00]=3 时加减速时间定义

4.4.2 其他加减速时间

① 点动控制加减速时间【b37】【b38】。

② 多段速及 PLC 控制时的加减速时间，设置 P 组相应参数。

4.5 加减速模式选择【b15】

又叫加减速曲线选择。Fe 变频器有线性、非线性和 S 三种曲线，通常大多选择线性曲线；非线性曲线也是自定义 V/F 曲线，适用于变转矩负载，如风机等；S 曲线适用于恒转矩负载，其加减速变化较为缓慢。见图 4.5.1。

设定时可根据负载转矩特性，选择相应曲线，但也有例外，我在调试一台锅炉引风机的变频器时，先将加减速曲线选择非线性曲线，一起动运转变频器就跳闸，调整改变许多参数无效果，后改为 S 曲线后就正常了。

究其原因是：起动前引风机由于烟道烟气流动而自行转动，且反转而成为负向负载，这样选取了 S 曲线，使刚起动时的频率上升速度较慢，从而避免了变频器跳闸的发生，当然这是针对没有起动直流制动功能的变频器所采用的方法。

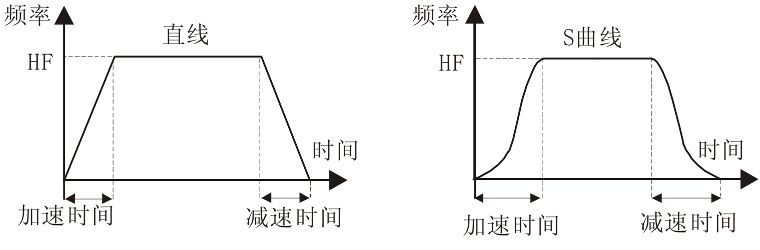


图 4.5.1 加减速模式选择图解

4.6 转矩控制与转矩限制

可分为驱动转矩和制动转矩控制及限制。它是根据变频器输出电压和电流值，经 CPU 进行转矩计算，可对加减速和恒速运行时的冲击负载恢复特性有显著改善。转矩限制功能可实现自动加速和减速控制。假设加减速时间小于负载惯量时间时，也能保证电动机按照转矩设定值自动加速和减速。

驱动转矩功能提供了强大的起动转矩，在稳态运转时，转矩功能将控制电动机转差，而将电动机转矩限制在最大设定值内，当负载转矩突然增大时，甚至在加速时间设定过短时，也不会引起变频器跳闸。在加速时间设定过短时，电动机转矩也不会超过最大设定值。驱动转矩大对起动有利，以设置为 80～100%较妥。

制动转矩设定数值越小，其制动力越大，适合急加减速的场合，如制动转矩设定数值设置过大会出现过压报警现象。如制动转矩设定为 0%，可使加到主电容器的再生总量接近于 0，从而使电动机在减速时，不使用制动电阻也能减速至停转而不会跳闸。但在有的负载上，如制动转矩设定为 0%时，减速时会出现短暂空转现象，造成变频器反复起动，电流大幅度波动，严重时会使变频器跳闸，应引起注意。

Fe 变频器提供了较多参数用于间接转矩控制和转矩限制，可用于复杂环境中的各种负载的控制，相关参数见下表：

参数代码	参数功能	参数代码	参数功能
b06	V/F 曲线模式	H04~H07	直流制动调节参数组
b19	自动转矩提升	H14~H20	节能控制参数组
b32	起动频率	H21~H24	无跳闸控制参数组
b43	零速控制功能选择	H25	失速过电压选择
b44	零速控制的电压指令	H26	下垂控制
E19	运行中失速过电流设置		
E20	加速中失速过电流设置		

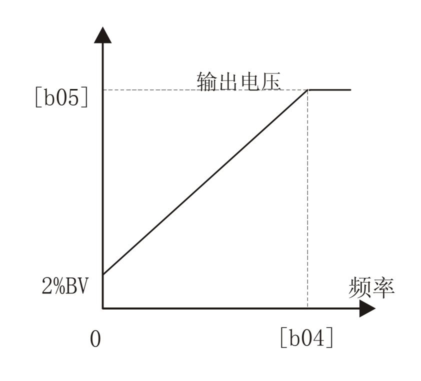
4.6.1 V/F 曲线模式设定（【b06】）

【b06】≠OFF 时，主要是对起动转矩进行补偿，是为补偿因电动机定子绕组电阻所引起的低速时转矩降低，而把低频率范围 V 增大的方法。根据负载特性，尤其是负载的起动特性，通过试验可选出较佳曲线。对于变转矩负载，如选择不当会出现低速时的输出电压过高，电流过大，而浪费电能的现象，甚至还会出现电动机带负载起动时电流大，而转速上不去的现象。【b06】=OFF 时，用户可以自定义 V/F 曲线，具体介绍如下：

1） 起动转矩提升的一般用途

H-0～H-15 恒转矩特性
恒转矩特性参数设定值说明：

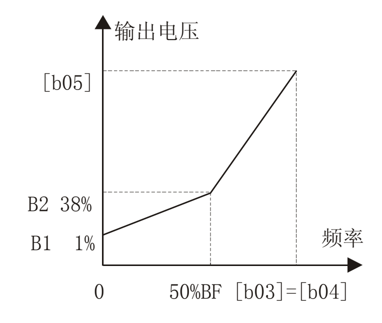
功能码	参数值(50Hz)
b03	70
b04	50.00
b05	380.0(220.0)
b06	H-02



2） 风机、水泵类负载的转矩提升

P-00～P-15 平方率转矩
风机、水泵类参数设定值说明

功能码	参数值(50Hz)	参数值(60Hz)
b03	50.00	60.00
b04	50.00	60.00
b05	380.0(220.0)	380.0(220.0)
b06	P-08	P-08



3） 自定义 V/F 曲线模式（【b06】＝OFF）

由[b03]～[b05]、[b07]～[b13]定义 V/F 曲线，如图 4.6.1。

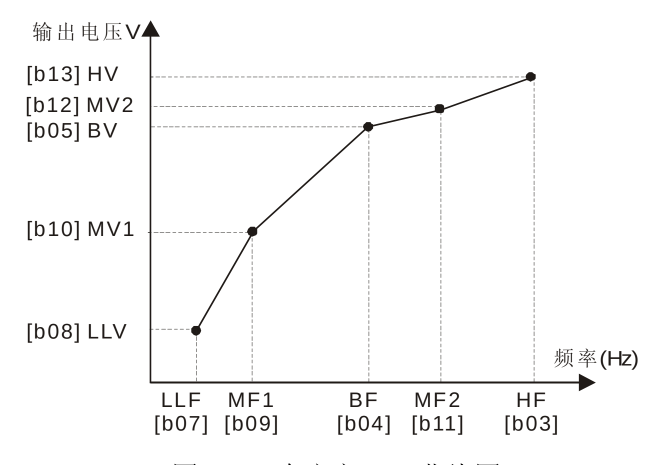


图 4.6.1 自定义 V/F 曲线图

说明：在 LLF 以下，变频器的输出频率始终是从起动频率【b32】开始按照加减速时间增加或减少，从操作面板数码管显示可以看到，但其输出电压始终是 0.00V，所以可以认为在 LLF 以下变频器无输出。只有当频率达到 LLF 或以上值时，根据设定曲线才有对应的电压输出。

4）常用的自定义 V/F 曲线，图 4.6.2。

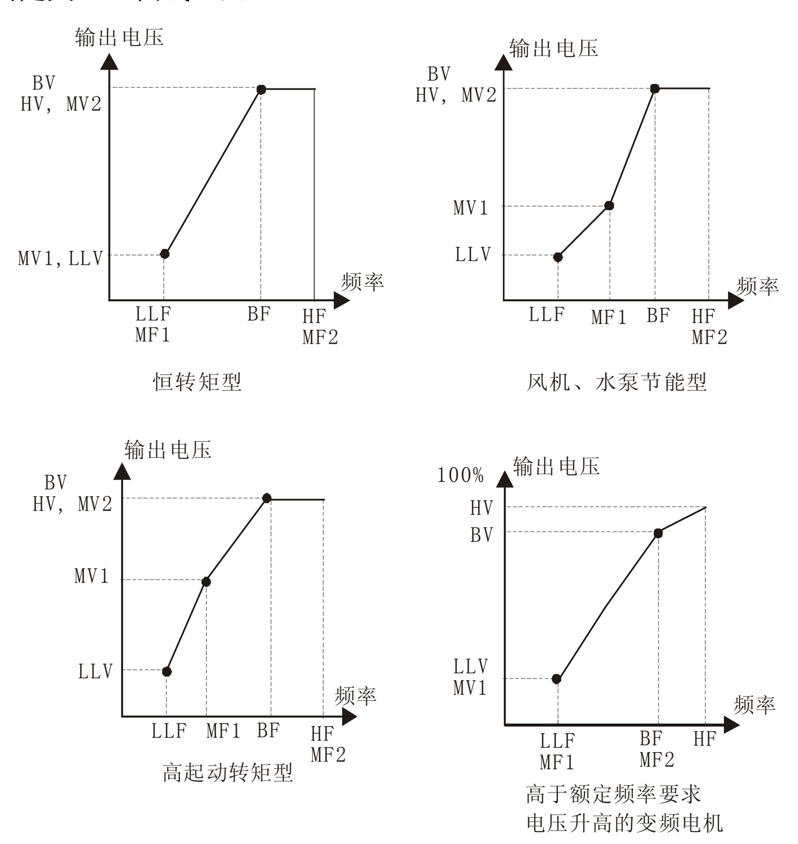


图 4.6.2 常用的自定义 V/F 曲线

5）自定义 V/F 曲线举例

以下参数是某集团注塑机变频器的部分参数设定。

参数代码	参数含义	设定说明
b04=41.67	基底频率 BF	对应 380V 时的 50Hz，当 HF，HV 固定时，此值固定
b05=316.7V	基底电压 BV	根据电机铭牌，且当 HF，HV 固定时，此值固定。
b06=OFF	自定义 V/F 曲线	
b07=8.3	最低输出频率 LLF	根据负载情况适当调整，同时调整 LLV。
b08=18.4	最低输出电压 LLV	LLV=70V，设置低速高启动转矩，可适当调整
b09=15	中间频率 MF1	根据需要可以适当调整。
b10=31.6	中间电压 MV1	MV1=120V,若此点的负载较重，可适当增大此参数。
b11=50	中间频率 MF2	因为 BF=41.67，很接近 50Hz,将此点和最高点重合。
b12=120	中间电压 MV2	MV2=380V
b13=120	最高电压 HV	120%BV=380V

根据参数得出的曲线见图 4.6.3。

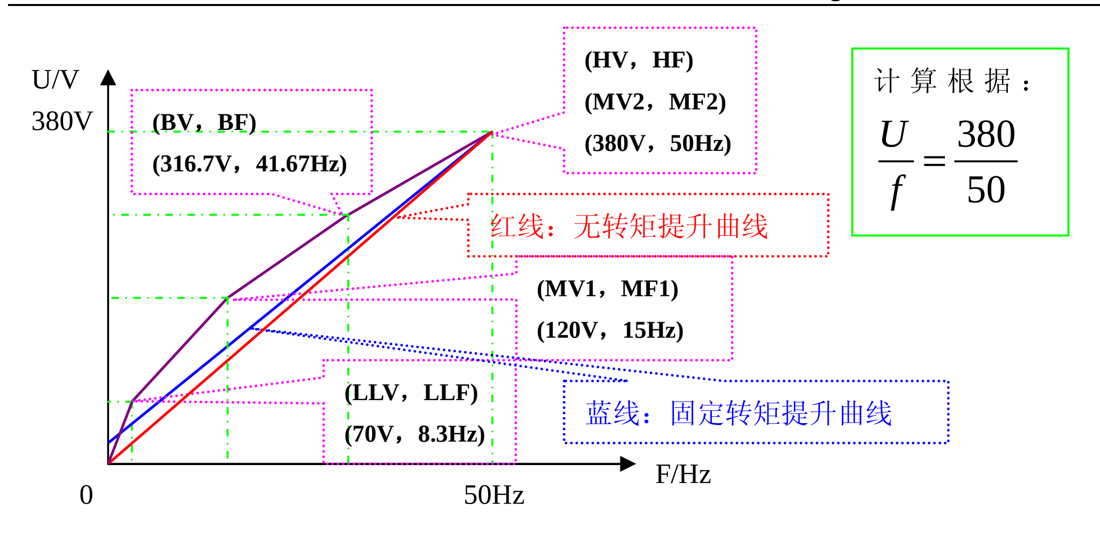


图 4.6.3 某注塑机变频器自定义 V/F 曲线图

4.6.2 自动转矩提升【b19】的说明

用作改善电机在低频运行时的转矩特性，利用该功能能够自动根据负载电流的大小，调整变频器的输出电压，既可在低频运转时提升转矩，又避免了电机空载时的过励磁。

1）设定“ OFF”时禁止自动转矩提升功能；其它值时为 0 输出频率、额定电流时的提升电压百分数。

2）实际运行时，变频器自动根据当前输出频率和负载电流确定电压提升百分数。

3）调试应逐步增大[b19]；该值过大可能使电机电流过大或引起“无跳闸功能”动作。

4）如果不设定 OFF，设定范围为 1～10%。

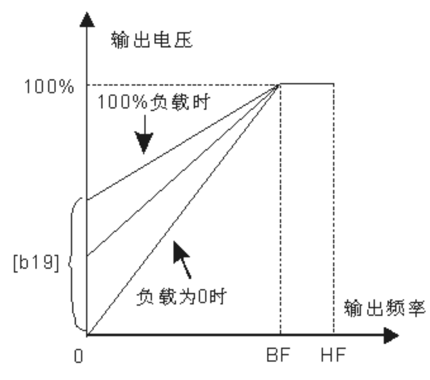


图 4.6.4 自动转矩提升图解

4.6.3 零速控制参数（【b43】【b44】）

零速控制功能可以使得变频器在 0 速运行时有一定转矩输出，可用在一些位能提升的场合。但是由于输出是直流，电机发热会比较严重，所以不能长时间输出。见图 4.6.5。

b 43	零速控制功能选择			出厂设定值	0
	设定范围	0	0:无输出		
		1	1:以参数 b44 值输出直流电压作为保持转矩		
		2	2:按 V/F 曲线输出直流电压		
b 44	零速控制时的电压指令			出厂设定值	5.0
	设定范围		0.0～20.0%BV		

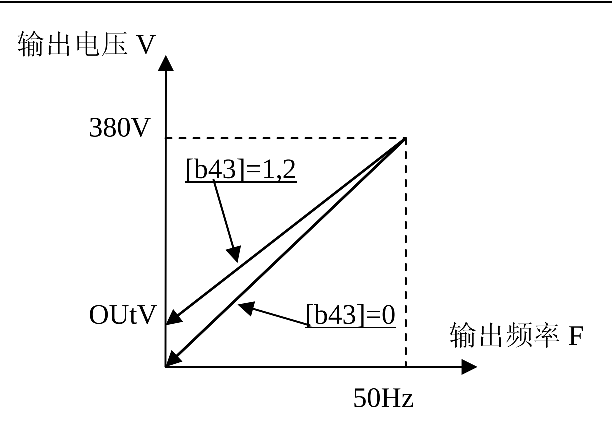


图 4.6.5 零速控制功能图解

4.6.4 失速电流保护设定（【E19】【E20】）

失速电流保护，可以使得变频器根据负载电流变化自动调节输出频率，实现连续无跳闸运行，但当负载电流瞬间过大时，变频器来不及调节时，将出现过电流保护 OC-1（运行中），OC-2（加速中）。参数设置及说明如下：

E 19	运转中失速过电流防止电平	出厂设定值	OFF
	设定范围	50～200%额定电流	
		OFF	
E 20	加速中失速过电流防止电平	出厂设定值	OFF
	设定范围	50～200%额定电流	
		OFF	

1）运转中失速过电流防止电平[E19]可在变频额定电流的 50-200%之间设定，如设定成 OFF，则失速过电流防止功能被禁止。图 4.6.6 为在设定频率下运转时，电流一旦超过[E19]就立刻自动降低输出频率，把输出电流控制在失速过电流电平以下。

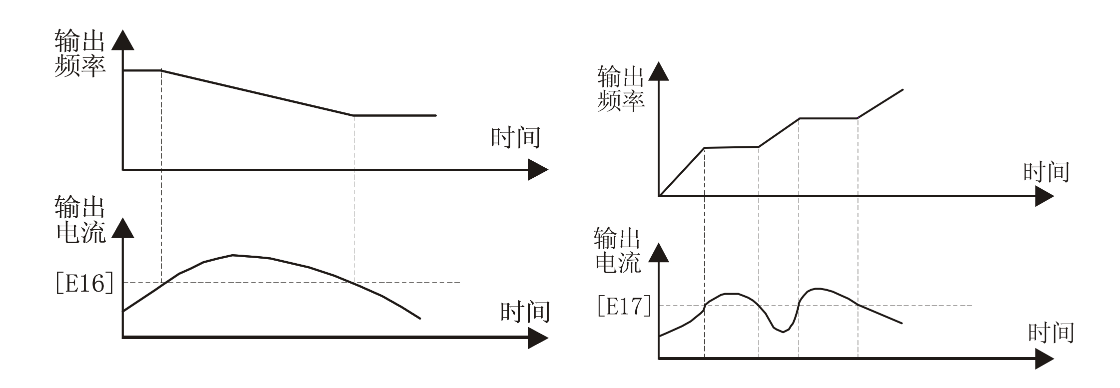


图 4.6.6 运行中失速过电流保护图示　　　图 4.6.7 加速中失速过电流保护图示

2）加速中失速过电流防止电平[E17]可在变频器额定电流的 50-200%之间设定。如设定成 OFF，则加速中失速过电流防止功能被禁止。如图 4.6.7 所示，在加速中输出电流超过失速防止电平[E17]就停止频率的上升，一旦电流低于[E17]，就继续再加速，从而防止了失速引起大的过电流。<u>该功能的动作会使实际的加速时间比设定的加速时间长。</u>

4.6.5 无跳闸控制的设定（【H21】~【H24】）

自动限流功能是通过对负载电流的实时控制，自动限定其不超过设定的自动限流水平，以防止电流过冲而引起的故障跳闸，对于一些惯量较大或变化剧烈的负载，该功能尤其适用。
参数组：

H 21	自动限流水平		出厂设定值	150
	设定范围	G 系列:20%～250%/OFF；P:20%～170%/OFF		
H 22	控制器参数 1		出厂设定值	0.060
	设定范围	0.001～1.000		
H 23	控制器参数 2		出厂设定值	0.200
	设定范围	0.001～10.00		
H 24	恒速时自动限流动作选择		出厂设定值	ON
	设定范围	OFF/ON		

说明：
（1）[H21]定义了自动限流动作的电流阈值，其设定值是相对于变频器额定电流的百分比。[H21]＝OFF，则禁止该功能。
（2）增大[H22]则增大电流抑制的快速性，但过大易造成无跳闸控制的误动作。
（3）增大[H23]则减弱电流抑制的准确度(与电流阈值相比)。反之则增强，但过小则易造成无跳闸控制的误动作。[H22]和[H23]是高级参数，出厂值设置比较合理，一般情况下不用设。
（4）[H24]＝OFF 时表示恒速运行时，自动限流无效；[H24]＝ON 时表示恒速运行时，自动限流有效。该功能码并不影响加/减速过程中的自动限流。
（5）如果【H21】<【E19】（或【E20】），则变频器先处理【H21】；如果【H21】>【E19】（或【E20】），则电流不会达到 H21 的值，先处理【E19】（或【E20】）。所以，如果要使用参数【H21】~【H24】时，应将[E16]＝OFF、[E17]＝OFF。如果要使用[E16]，[E17]，则将[H24]＝OFF。

4.6.6 直流制动的设定（【H04】~【H07】）

直流制动功能可使变频器在减速停机时快速停稳，其功能由[H04]～[H07]定义。
过程图见图 4.6.8。

H 04	直流制动时间			出厂设定值	OFF
	设定范围	OFF			
		0.1～10.0S		最小单位	0.1S
H 05	直流制动开始频率			出厂设定值	3.00
	设定范围	0.00～60.00Hz		最小单位	0.01Hz
H 06	直流制动电压			出厂设定值	10
	设定范围	1～15%额定电压			
H 07	直流制动保持选择			出厂设定值	0
	设定范围	0	OFF		
		1	X1		
		2	X2		
		3	X3		
		4	ON		

（1）[H04]＝OFF，则在减速停机期间，直流制动功能无效， [H05]、[H06]、[H07]的设置也无意义。

（2）[H07]＝0，则电机停稳后不再施加直流制动电压，直流制动期间显示 dc.on。

（3）[H07]＝1～3，停机状态下 X1～X3-COM 闭合期间施加直流制动，直流制动期间显示 dc.on。若 X1～X3 某一个被其它功能占用，则不显示相应项。

（4）[H07]＝4，则在停机状态下持续直流制动，但不再显示 dc.on。如果在直流制动期间加入运转信号，则将中止直流制动并开始运转。

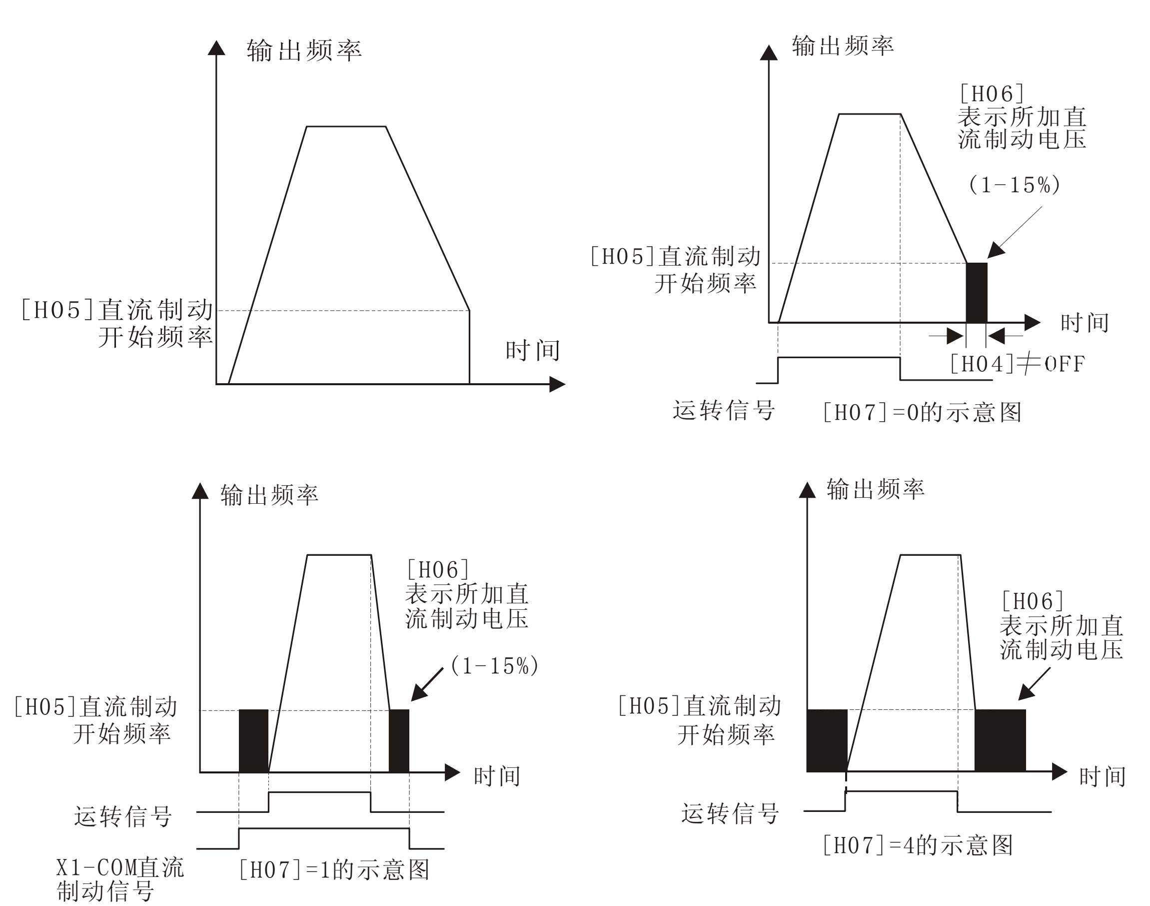


图 4.6.8 直流制动过程图

4.6.7 节能控制的设定（【H14】~【H20】）

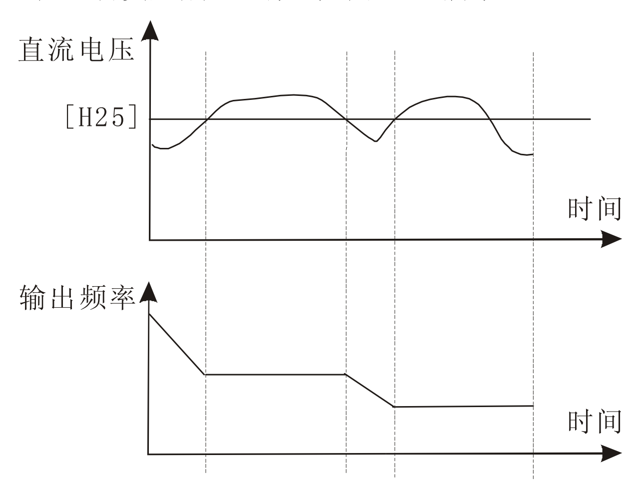
风机、水泵都属于减转矩负载，即随着转速的下降，负载转矩与转速的平方成比例减小。Fe 变频器是 V/F 控制模式，这种模式可改善电动机和变频器的效率，其可根据负载电流自动降低变频器输出电压，从而达到节能目的。FECP 系列是风机，水泵专用变频器，是根据负载特性专门开发的变频器，在节电控制方面都有很多改进。

另外，变频器由用于节能控制的专用参数组，【H14】~【H20】。这组参数是很先进的，但有一些用户在调试中，很难设置这组参数。通常会出现：设置后变频器过电流跳闸频繁，停用后一切正常。一般用户在使用节能控制时，为了方便都选用自动节能（【H14】=4），其他参数也基本不动，关于参数的说明，请阅读《Fe 变频器使用手册》相关内容。

4.6.9 失速过电压的设定（【H25】）

<table>
<tr><td rowspan="3">H 25</td><td colspan="2">失速过电压水平选择</td><td>最小单位</td><td>1V</td></tr>
<tr><td rowspan="2">设定范围</td><td>400V 机型:710～800V/OFF</td><td>出厂设定值</td><td>720</td></tr>
<tr><td>200V 机型:355～400V/OFF</td><td>出厂设定值</td><td>360</td></tr>
</table>

失速过电压保护功能在变频器减速过程中通过检测母线电压，并与[H25]定义的失速过电压点比较，如果超过失速过电压点，变频器输出频率停止下降，当再次检测母线电压低于失速过电压点后，再实施减速运行，如图 4.6.9 所示:



注：若[H25]＝OFF，则过压失速保护功能失效

图 4.6.9 失速过电压动作图

4.6.10 下垂控制（【H26】）

<table>
<tr><td rowspan="2">H 26</td><td colspan="2">下垂控制</td><td>出厂设定值</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>设定范围</td><td>0.00～10.00Hz</td><td>最小单位</td><td>0.01Hz</td></tr>
</table>

该功能适用于多台变频器驱动同一负载的场合，通过设置本功能可以使多台变频器在驱动同一负载时达到功率的均匀分配，当某台变频器的负载较重时，该变频器将根据本功能设定的参数，自动适当降低输出频率，以卸掉部分负载。调试时可由小到大逐渐调整该值，负载与输出频率的关系如图 4.6.10 所示:

特别说明：使用下垂控制时，应关闭[b28]转差频率补偿功能，令[b31]＝0.00。

下垂控制经常被用在纺织行业，或一些皮带运输机电机的同步控制。

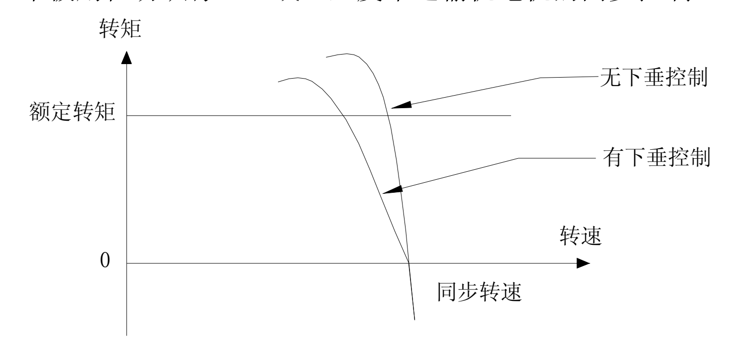


图 4.6.10 下垂控制过程图

4.7 电子热过载保护值的设定（【b20】）

本功能为保护电动机过热而设置，它是变频器内 CPU 根据运转电流值和频率计算出电动机的温升，从而进行过热保护。

电子热保护设定值(%)=[电动机额定电流(A)/变频器额定输出电流(A)]×100%。

1）本功能只适用于“一拖一”场合，在“一拖多”时，则应在各台电动机上加装热继电器。

2）此功能为反时限特性曲线。FECG 系列变频器的过载容量：150%——1 分钟，110%——1 小时；FECP 系列为：120%——1 分钟，105%——1 小时。为如图 4.7.1 所示

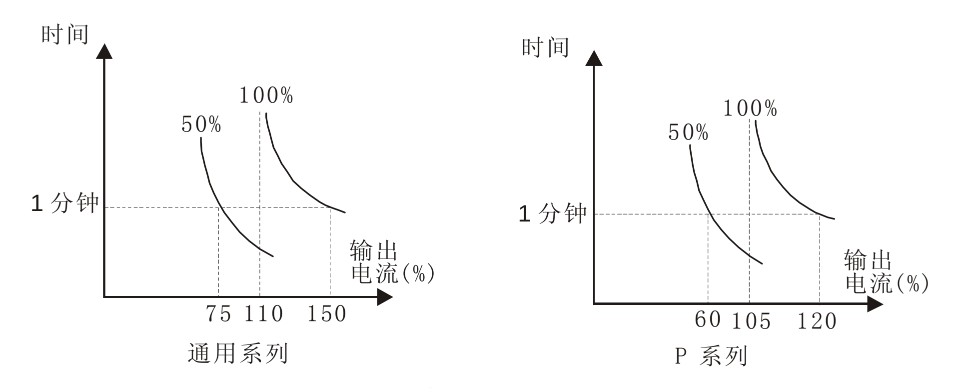


图 4.7.1　Fe 变频器过载容量曲线图

4.8 点动运行的设定

4.8.1 相关参数

<table>
<tr><td rowspan="5">b 35</td><td colspan="2">点动运行选择</td><td>出厂设定值</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="4">设定范围</td><td>0</td><td colspan="2">OFF</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">X1</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">X2</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">X3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">b 36</td><td colspan="2">点动频率</td><td>出厂设定值</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>设定范围</td><td>0.00～最高频率 HF</td><td>最小单位</td><td>0.01Hz</td></tr>
<tr><td rowspan="2">b 37</td><td colspan="2">点动加速时间</td><td>出厂设定值</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>设定范围</td><td>0.1～6500.0S</td><td>最小单位</td><td>0.1S</td></tr>
<tr><td rowspan="2">b 38</td><td colspan="2">点动减速时间</td><td>出厂设定值</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>设定范围</td><td>0.1～6500.0S</td><td>最小单位</td><td>0.01Hz</td></tr>
</table>

4.8.2 参数设置说明：

1）[b35]＝0:不能进行点动运行。

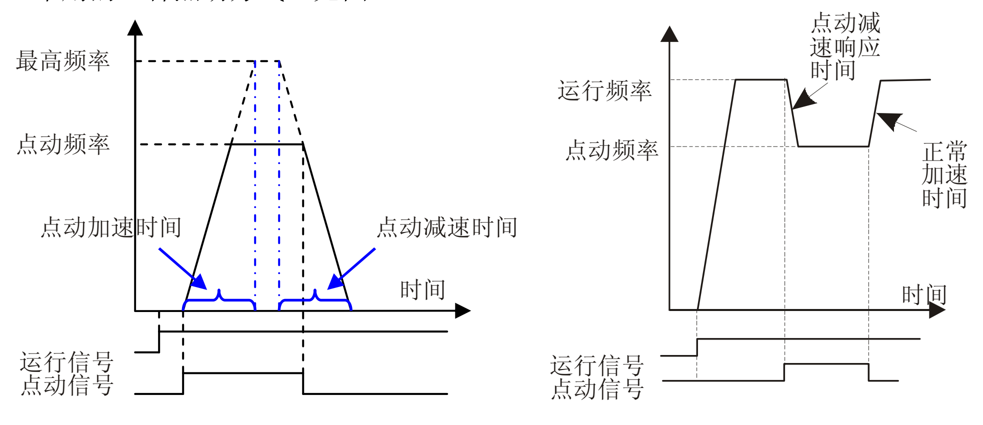
2）[b35]＝1～3:选择端子 X1～X3，为点动信号输入端子，闭合为有效。点动信号必须与运转信号同时有效时才执行点动命令。

3) 在可编程运行过程中（【b00】=3）不允许点动操作。

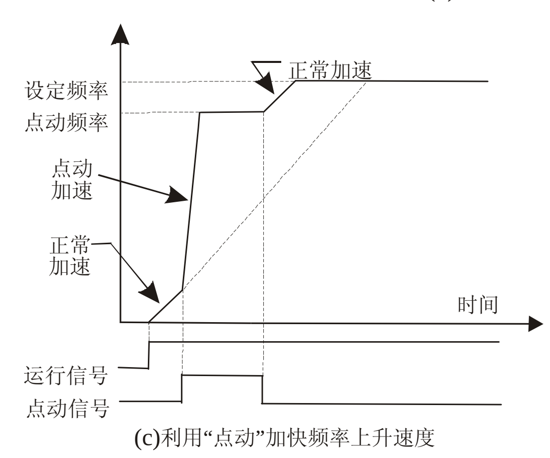
4）点动加速时间[b37]为 0.00Hz 升至 HF 的时间，点动减速时间[b38]为 HF 降至 0.00Hz 的时间。见图 4.8.1（a）。

5）点动指令结束时，若点动频率高于运行设定频率，按点动减速时间运行至设定频率；若点动频率低于运行设定频率，则按正常加速时间运行至设定频率。

6）常用的三种点动方式，见图 4.8.1



(a)运行频率为 0.00Hz 时的点动操作　　(b)点动频率低于运行频率的情况



(c)利用“点动”加快频率上升速度

图 4.8.1 常用点动的三种方式

4.9 PI 控制

PI 控制作用如下：通过被控对象的传感器检测控制量（反馈量），将其与给定量（压力、温度等）进行比较，若有偏差，则通过此功能的控制动作消除偏差，使反馈量与给定量一致。这是一种较通用的控制方式，适用于流量、压力、温度等过程控制，原理框图如图 4.10.1 所示。

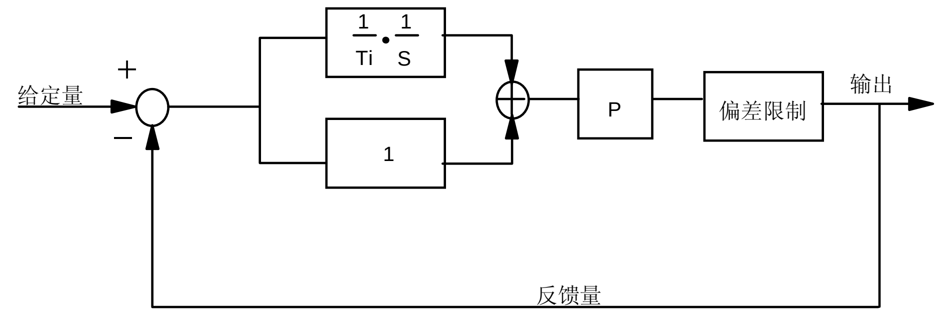


图 4.9.1 PI 调节原理框图

说明如下：

4.9.1 PI 控制时的参数设置(其他未改动的按出厂值)

参数代码	参数功能	设定说明
b00=2	外部端子控制起停	根据实际控制方式
b01=目标工程量对应的频率	数字频率给定	PI 控制的固定设定
b02=0	频率来源选择	
b03=50	最高频率	一般为 50Hz
b04=50	基底频率	根据电机铭牌
b05=380	基底电压	
b06=H-02	转矩补偿	根据起动结果调节
b15=1	加减速曲线为 S 曲线	
b16=5	加速时间	根据需要调节
b17=5	减速时间	
b21=50	上限频率	一般为 50Hz
b22=15	下限频率	根据负载特性设定
b23=1	下限频率运行方式	根据需要设定
b26=1	滤波时间常数	用 FB（0~5V）反馈时的调节
b40	**最高输入脉冲频率**	**脉冲反馈时需要设置**
E22=工程量的最大值	工程量信号范围设定	根据实际传感器量程及运行结果调整
E23=工程量的最小值		
E24=1	PI 调节选择	根据反馈信号特点
E25=3	PI 反馈通道选择	根据反馈信号特点
E26	比例增益	根据实际运行结果调整
E27	积分时间常数	
E28	采样周期	
E45，E46	PI 调节上，下限系数	
SetF(d 组参数)	工程量目标值显示	
outV(d 组参数)	工程量反馈显示	

4.9.2 主要参数设定说明

1）【b01】——目标频率，即目标工程量对应的频率。

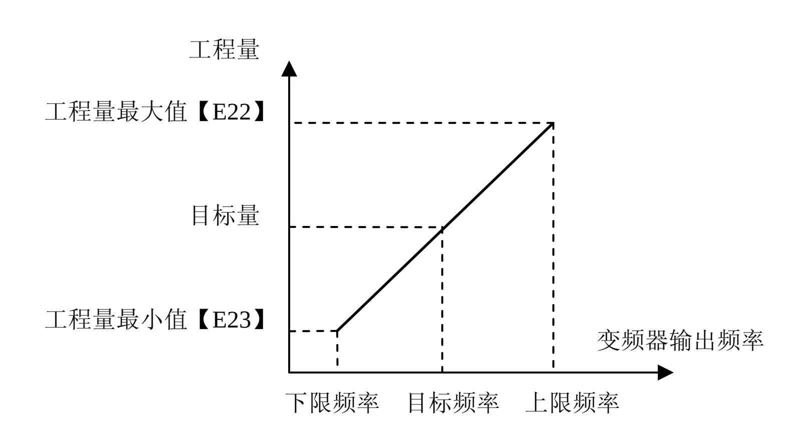


图 4.9.1 目标频率的图解

例如：在恒压供水系统中，E22(显示系数 A)=10 公斤,变送器的最大量程为 10 公斤对应最大模拟量 5V 和上限频率 50Hz 。则，当我们将压力恒定在 5 公斤时，对应频率为 25HZ,此时设定 b01=25.00Hz,即变频器输出目标值为 5 公斤，查看 SEtF=5。在实际运行中，OUtV 不再显示输出电压,而是变送器的反馈值对应的工程量 5 公斤。

2）反馈信号的接线

模拟量的接线见图 4.9.2，脉冲反馈在后面单独介绍。

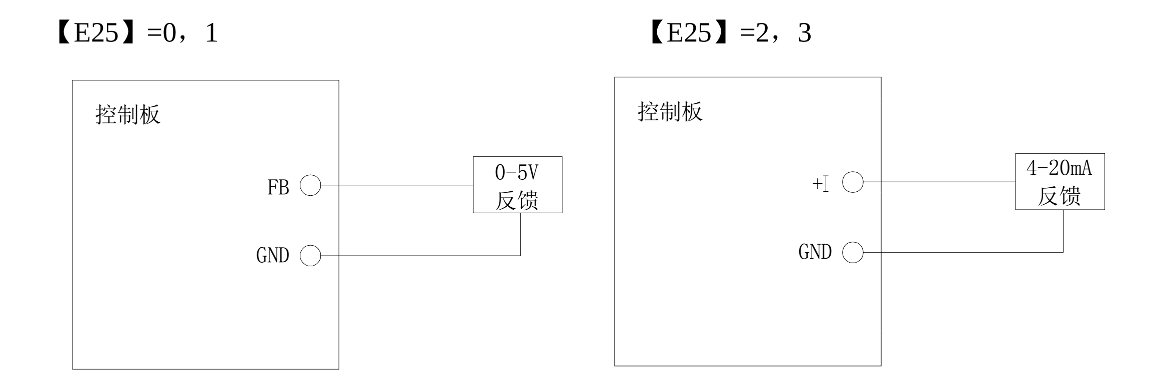


图 4.9.2 模拟量反馈的接线图

3）PI 调节过程见图 4.9.3。

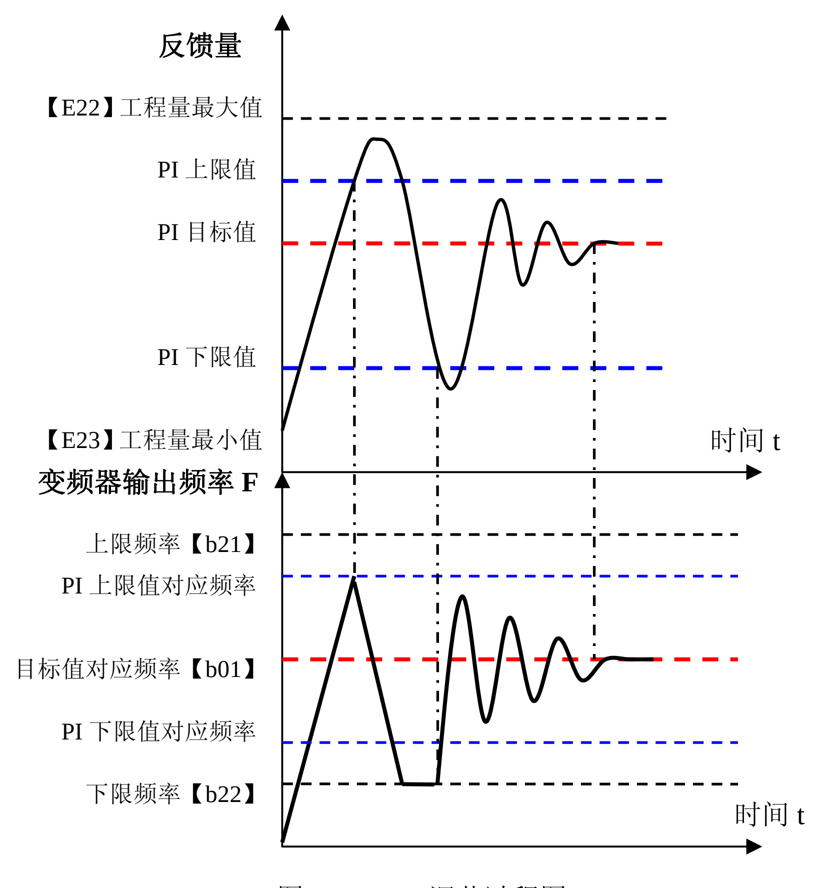


图 4.9.3 PI 调节过程图

3）PI 控制专用参数设置

功能码 E25~E28 为 PI 调节器参数调整。

比例增益[E26]的设定范围：0.00～99.99 倍，比例增益取大时响应快，但过大会产生振荡，比例增益取小时，响应慢。

积分时间常数[E27]的设定范围:0.00～60.0S。积分时间常数大时，响应慢，对外部扰动的控制能力变慢，但稳定性增强。积分时间常数小时，响应快，但过小时将产生振荡。

[E28]是系统闭环调节时采样周期，设定范围为 0.1～60.0S；根据调节对象的时间常数(惯性大小)而定。采样周期长则同步性就会降低。

仅用比例调节是有差调节，为了消除闭环系统的稳态偏差，一般都采用 PI 调节，用 PI 调节时若积分时间常数过大，对快速变化偏差响应慢，对内部有积分元件的负载系统也可以单独使用 P 调节。

PI 参数简化调整方法：

[E23](P)— 在不发生振荡条件下增大其值。

[E24](I)— 在不发生振荡条件下减小其值。

具体参数调整与实际系统有关。此组参数的设置需要根据结果不断测试，选择合适值。

4）【E45】/【E46】设定闭环系统 PI 调节上限/下限系数

PI 调节时，当反馈量大于上限值（t1 时刻），退出 PI，输出频率按减速时间下降到下限频率（【b23】=1）或 0.00Hz（【b23】=0）运行，当反馈量小于反馈下限值时（t2 时刻），重新进入 PI 调节，如图 4.9.4 所示。

此功能是 PI 调节的补充。特别当反馈信号很大，但 PI 调节来不及时，其上限系数将由较大作用。

反馈上限值=【E22】×（【E45】/100）

反馈下限值=【E22】×（【E45】/100）

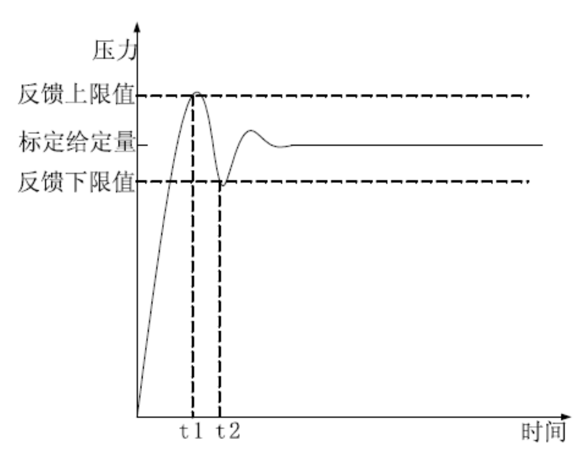


图 4.9.4　PI 调节上下限功能图示

5）模拟量闭环控制应用实例——自动恒压供水控制系统

系统接线见图 4.9.5。

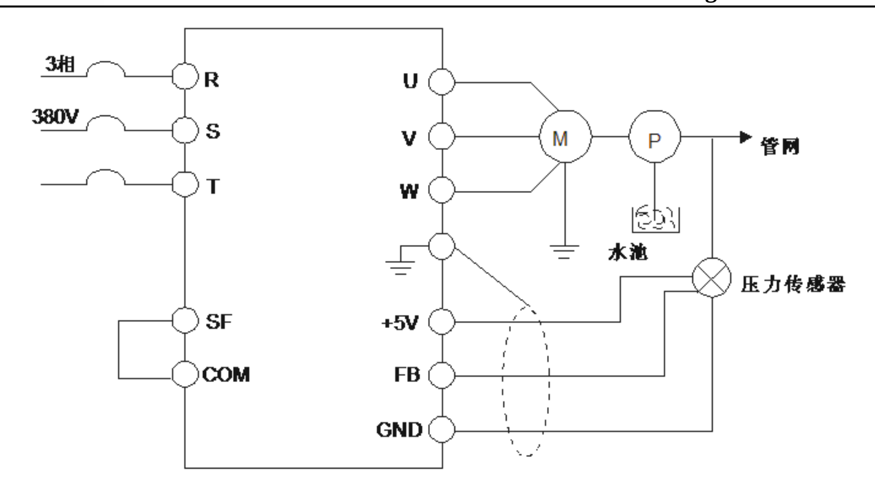


图 4.9.5 自动恒压供水控制系统接线图

说明：其中，压力给定值由[b01]直接设定频率设定，压力反馈以 0～5V 形式从 FB 端子输入。若压力反馈对应关系为 0V～0.0Kg/cm²，5V～10.0Kg/cm²则设[E23]＝0.0, [E22]＝10.0，　　[E24]＝1, [E25]＝0, [E26], [E27], [E28]根据实际情况设定。

4.9.3 脉冲反馈的调试说明

一般接电机旋转编码器，根据反馈信号特点，有以下几种接线方式：

1）集电极开路输出型，JP2 置 1-2，图 4.9.6。

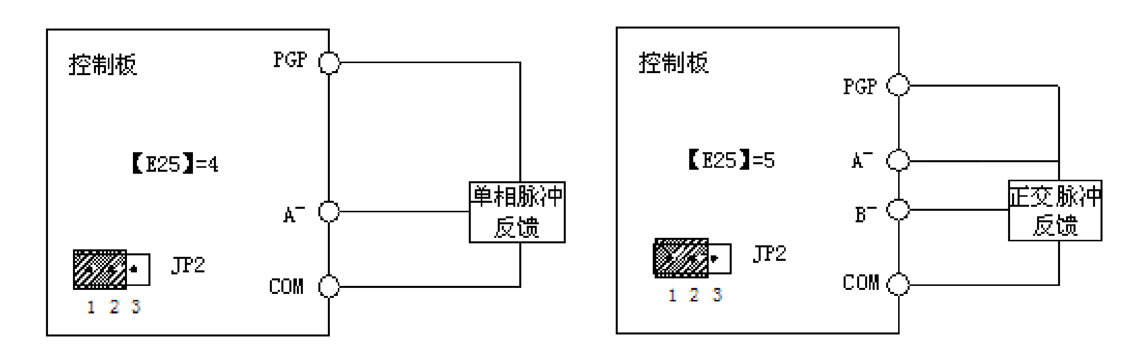


图 4.9.6 脉冲反馈方式选择

2）若选择编码器 PG 为差动输出型， JP2 置 2-3，并按图 4.9.7 接线。

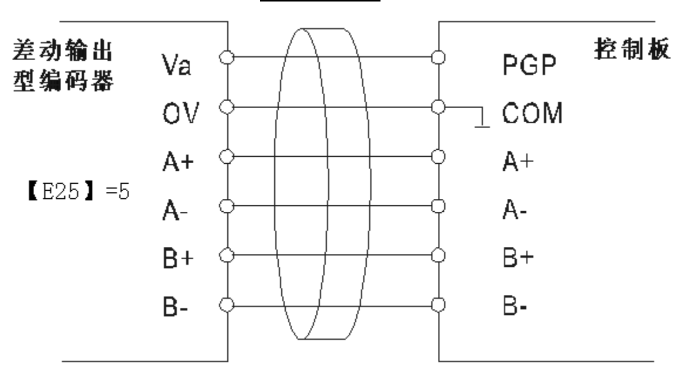


图 4.9.7　PG 差动输出接线图

3）举例——速度闭环控制系统，图 4.6.8。

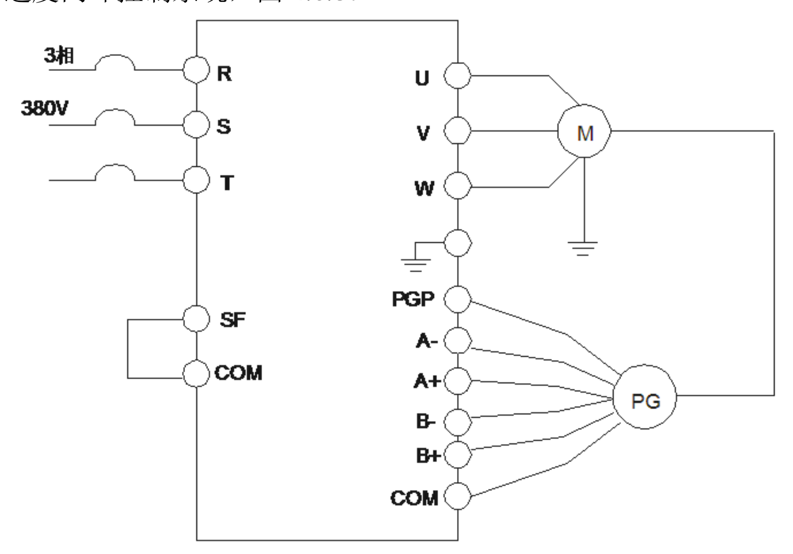


图 4.6.8 速度闭环反馈接线图

说明：

（1）PGP 接 PG 的工作电源(+24V)，速度给定值由面板电位器 0～5V 信号设定。若 0～5V 给定与转速的对应关系为:0V～0.0rpm；5V～1500rpm；反馈编码器每周脉冲数为 1024，则 1500rpm 时对应的反馈脉冲频率为：(1500rpm/60s×1024)＝25.6KHz

（2） 参数设定步骤：

A．设定显示系数[E22]＝1500.0，[E23]＝0.0；

B．对于单相脉冲输入：设定[E24]＝1 或 2，[E25]＝4，[b40]＝25.6(KHz)。

对于正交脉冲输入：设定[E24]＝1 或 2，[E25]＝5，[b40]＝25.6(KHz)。

提示：[b40]的计算结果不是 0.1KHz 整数倍，为了提高稳态控制精度，可以先将结果取为不小于计算结果的最小 0.1KHz 的整数倍，再返回去计算[E22]和给定 5V 对应的转速。由于本系列变频器最高可输入脉冲频率为 50.0KHz，故对于 1500rpm 的控制目标，反馈编码器每周脉冲数不能高于(50.0KHz×60s)/1500rpm＝2000。

一般情况下，对于每周脉冲数为 N 的反馈编码器，能够控制的最大转速为：

[（50.0KHz×60S）/N](rpm)

例如：若 0～5V 给定与转速的对应关系为：0V～0.0rpm；5V～1600rpm；编码器每周脉冲数为 1000。则[b40]＝[1000*(1600/60)]/1000＝26.667(KHz)。为了提高控制精度，取[b40]＝26.7KHz,则[E22]＝(26.7/26.667)*1600＝1602.0

5V～1602.0rpm,若要输出为 1600rpm，则给定电压＝5*(1600/1602)＝4.99V。

4.10 模拟量输出的使用

这在前面的两台变频器联动控制时，已经有所介绍，其一般用途请阅读《Fe 变频器使用手册》相关内容。需要注意的是 FM 输出选择的定义。

4.11 载波频率对变频器及电机的影响（【H00】）

4.11.1 载波频率对变频器及变频器输出电流的影响

（1）载波频率越大，变频器的损耗越大，输出功率越小。如果环境温度高，逆变桥上下两个两个逆变管在交替导通过程中的死区将变小，严重时可导致桥臂短路而损坏变频器。
（2）运行频率越高，则电压波的占空比越大，电流高次谐波成份越小，即载波频率越高，电流波形的平滑性越好；
（3）载波频率越高，变频器允许输出的电流越小；
（4）载波频率越高，线路分布电容的容抗越小（因为 Xc=1/2πfC），由高频脉冲引起的漏电流越大。

4.11.2 载波频率对电机及其他设备的影响

载波频率越高，电机的振动越小，运行噪音越小，电机发热也越少。但载波频率越高，谐波电流的频率也越高，电机定子的集肤效应也越严重，电机损耗越大，输出功率越小。

载波频率越高，高频电压通过静电感应，电磁感应，电磁辐射等对电子设备的干扰也越严重。载波频率的影响对照表如下：

载波频率	高	低
电动机噪音	小	大
输出电流波形	好	差
漏电流	大	小
干扰	大	较小
dU/dT	大	小
振动	小	大
电动机发热	小些	大些
变频器功耗	大些	小些

4.11.3 变频器的载波频率与变频器出线长度的关系

载波频率（KHz）	15	10	5	1
线路长度（m）	<50	50~100	100~150	150~200

4.11.4 变频器的载波频率与电动机功率关系

载波频率（KHz）	15	12.5	10	6	5	3
电动机功率（KW）	≤5.5	≤18.5	≤37	≤75	≤160	≤280

4.12 频率检测及频率到达（【E11】~【E15】）

此组参数主要用于一些特殊控制及指示。包含设定【E16】~【E18】=1，2，3。

E 11	频率水平检测FDT1		出厂设定值	50.00
	设定范围		最小单位	0.01Hz
E 12	FDT1滞后频率		出厂设定值	1.00
	设定范围		最小单位	0.01Hz
E 13	频率水平检测FDT2		出厂设定值	25.00
	设定范围		最小单位	0.01Hz
E 14	FDT2滞后频率		出厂设定值	1.00
	设定范围		最小单位	0.01Hz
E 15	频率到达检出范围		出厂设定值	2.00
	设定范围		最小单位	0.01Hz

（1）**FDT 功能：**当输出频率超过【E11】所设定的频率后，将从 OUT1,OUT2,Ry 端子（【E16】~【E18】=1，2 进行选择）输出开关量信号，直到输出频率小于（【E11】－【E12】）所设定的频率为止，如图 4.12.1 所示。

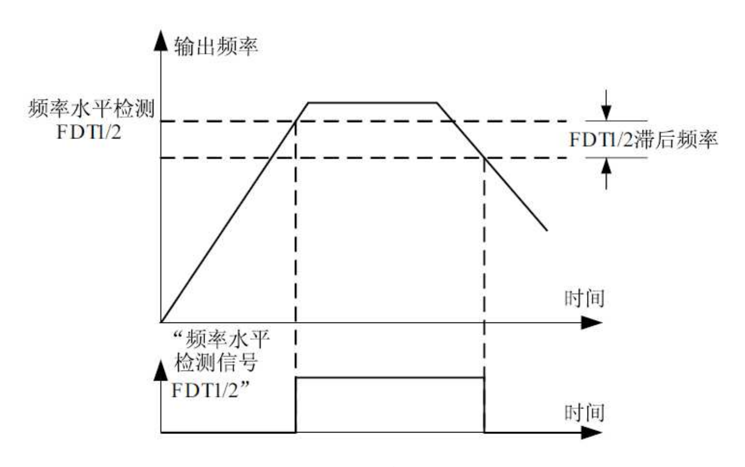


图 4.12.1 FDT 信号功能图解

（2）**FAR 功能：**当输出频率在“设定频率±【E15】”范围内，将从 OUT1,OUT2,Ry 端子（【E16】~【E18】=3 进行选择）输出开关量信号。如图 4.12.2 所示。

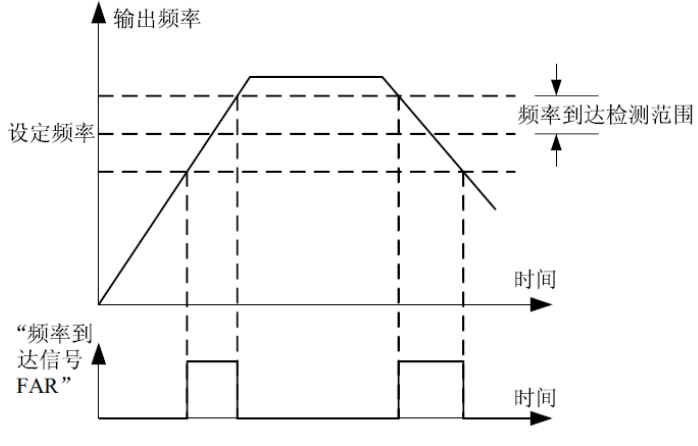


图 4.12.2 FAR 功能图解

4.13 电机参数的自整定(【H36】)

H 36	参数自整定		出厂设定值	0
	设定范围	0～2		

此功能可自动测定和写入电机的参数。

1）设定说明：

[H36]＝0，不进行参数自整定；

[H36]＝1，电机静止整定；进行自整定前，请务必正确输入被控电动机的铭牌参数([H27]～[H29])；

[H36]＝2, 电机旋转整定；自整定结束后，[H36]自动设定为 0。

2）自整定步骤：

(1) 按电动机特性，正确设定功能基底频率([b04])和基底电压([b05])

(2) 正确设定[H27]～[H29]；

(3) 当选择[H36]为 2 时，请设定加速时间([b16])和减速时间([b17])，并将电机轴脱离负载且仔细确认，以保证其安全性。

(4) 设定[H36]为 1 或 2 后，按 SET 键后，再按 RUN 键即开始自整定。

(5) 当数字操作器上的显示为闪烁状态时，表示自整定结束。

3）整定故障说明：

（1）当设定[H36]为 2 时，在自整定过程中若出现过流，过压故障，可适当增加加减速时间；

（2）当设定[H36]为 2 进行旋转整定时，应将电机轴脱离负载，禁止电机带负载进行旋转自整定；

（3）在起动自整定前应确保电机处于停止状态，否则自整定不能正常进行；

（4）在某些场合不便于进行旋转整定或者用户对电机控制性能要求不高时，可进行静止整定或不进行整定，此时请正确输入电机铭牌参数([H27]～[H29])。如果无法进行自整定，并且用户已知道准确的电机参数，此时用户应正确输入[H27]～[H34]。

（5）自整定不成功，显示:“d.Frr”。

4.14 监视功能组说明(d 组)

主要用于监视变频器运行状态中的各个参数。具体说明见下表：

功 能	缩 写	功 能 说 明
监视项目	outF	显示变频器输出频率(Hz),电机转速、线速度等(参照 E22 和 E23)
	SEtF	显示变频器设定频率(Hz),电机设定转速或 PI 控制时目标值 (参照 E22 和 E23)
	outA	显示变频器输出电流
	outV	PI 控制禁止时，显示变频器输出指令电压； PI 控制时，显示反馈值。
	dCV	显示直流母线电压值
	inPt	输入信号显示 有信号 无信号 X1 X3 SF EMS X2 SR
	t°C	显示功率模块与散热器的温度(℃)

特别说明：

[b00]、[b34]、[b35]、[E30]、[H07]和[H14]这六个功能与外部端子相关联，它们对 X1、X2、X3 的设定机会是均等的，但是一旦外部端子 X1、X2、X3 被其中某功能定义，则该端子在其它功能码中无法再被选择。若其它功能需要设定已被选择端子，必须先将这个端子从已设定功能解除出来。

例如:[b00]设定为“1”，则[b34]、[b35、[E30]、[H07]、[H14]都不显示“1”和“2”参数值，只能显示“0”、或“3”或“4”。若 b31 需要设定为“1”，则先将[b00]设定为“0”、“2”或“3”，然后[b34]可以显示“1”，并且可以设定为“1”。

4.15 Fe 变频器的故障代码

故障码	名称	原因和对策
OC-1	恒速中过电流	1) 可能由于负载短路或负载突变，应降低负载波动
OC-2	加速中过电流	1) 延长加速时间 2) 设定自动转矩提升功能
OC-3	减速中过电流	1) 延长减速时间 2) 可能由于负载短路或突变
OE-1	恒速中过电压	1) 可能电源电压过高，应使电源电压在规定限额内 2) 负载转速波动，应降低转速波动
OE-2	加速中过电压	
OE-3	减速中过电压	1) 可能负载转动惯量过大，延长减速时间使其适合于该负载惯量 2) 选购能耗制动单元
OL	电机过载	1) 可能电机过载，减轻负载或增大变频器容量 2) V/F 特性曲线设定不合适，应重新调整 V/F 曲线
OH	变频器过热	1) 可能风机有故障，检查风机运转是否正常 2) 可能工作环境温度过高 3) 可能通风口堵塞或散热器故障，清除通风口等处的灰尘和杂物
dr	驱动保护	1) 可能功率元件发生损坏，应更换功率元件 2) 驱动电路保护误动作，应排除干扰源
CPU-	电磁干扰	1) CPU 受到外来干扰误动作 2) 输出保护电流误动作，应排除周围环境干扰或其它电磁干扰
	电机不起动	1) 电源侧断路器和电磁接触器是否接通 2) 电源输入端 R、S、T 上的电压是否正常 3) 控制端子 SF、SR-COM 间的外部电路接线是否正常
	电机能运行但不能改变速度	1) 最高频率设定值是否太低 2) 确认频率设定的方法
	电机加速过程中失速	1) 是否加速时间设定过短 2) 是不是电动机和负载的惯量矩很大
	电机异常发热	1) 设定的 V/F 特性以及自动转矩提升是否合适 2) 是否连续低速运行 3) 负载是否过大

4.16 几种常见负载的参数设置的特别说明

4.16.1 风机、泵类负载

1) 运行频率

由于风机、水泵类负载属于平方转矩负载。图 4.16.1。

由流体力学可知，

P（功率）=Q（流量）╳ H（压力），

水泵、风机的流量Q与转速n的一次方成正比，即 $\frac{Q}{Q_e}=\frac{n}{n_e}=\frac{f}{f_e}$

压力（扬程）H与转速n的平方成正比，即 $\frac{H}{H_e}=\left(\frac{n}{n_e}\right)^2$

功率 P 与转速 n 的立方成正比功率，即 $\frac{P}{P_e}=\left(\frac{n}{n_e}\right)^3$

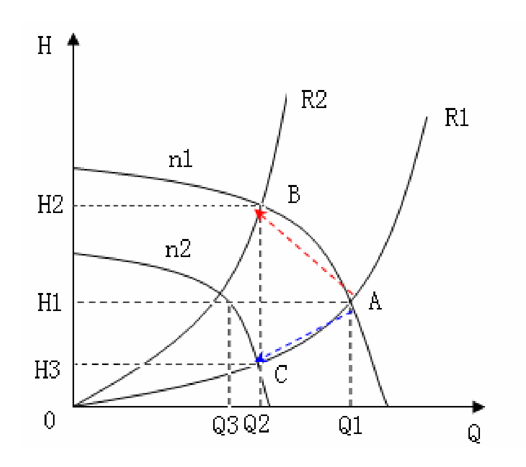


图 4.16.1 风机水泵流量 Q-压力 H 特性曲线图

n1-代表风机水泵在额定转速运行时的特性；

n2-代表风机水泵降速运行在n2转速时的特性；

R1-代表风机水泵管路阻力最小时的阻力特性；

R2-代表风机水泵管路阻力增大到某一数组时的阻力特性。

由图可以看出，电机转速大于 50Hz 时，负载将会急剧增加，使得电机和变频器处于过载状态，严重时，电流会急速增加而引起变频器过电流跳闸。所以一般不允许在工频以上运行。

另外，由于电机转速的下降，水泵扬程会快速减小，如果所需扬程较大，则无法满足需要。所以应选择合适的下限频率。

2）水锤效应

当采用异步电机供水时，异步电机在全压起动时，从静止状态加速到额定转速所需时间极短。这就意味着在极短的时间里，水的流量从零猛增到额定流量。由于流体具有动能和一定程度的压缩性，因此在极短的时间内流量的巨大变化将引起对管道的压强过高和过低的冲击。压力冲击将使管壁受力而产生噪声，犹如锤子敲击管道一样，故称为水锤效应。

水锤效应有极大的破坏性：压强过高，将引起管子的破裂，反之，压强过低又会导致管子的瘪塌，还会损坏阀门和固定件。

如果是潜水泵，快速减速时，过大水压就会降落在水泵叶轮上，严重时会将叶轮打歪，再次起动时就会造成堵转或磨损加大。

因此，水泵的变频器加减速时间不能太短，一般不小于 20s。一般也设置下限频率，范围在 10Hz~15Hz 即可。

3）加减速曲线方式

有时在调试锅炉风机时，在起动前引风机由于烟道烟气流动而自行转动，且反转而成为负向负载，这时加减速曲线选取 S 曲线，使刚起动时的频率上升速度较慢，从而避免变频器跳闸的发生。

4.16.2 数控机床

1）频率范围
最高频率【b03】，上限频率【b21】，曲线最大给定对应频率【b30】等。
数控机床常用变频电机，其最高频率通常较高，如 200Hz。在运行前，需按照名牌设置正确。
2）基底频率【b04】和基底电压【b05】
数控机床常用变频电机，其基底频率和基底电压有时不是 50Hz/380V，如 33.3Hz/350V，所以在运行前必须按照电机名牌参数设置一致。
3）加减速时间【b16】【b17】
一般很短<3s，经测，Fe 变频器可以实现 1.5s 内，电机转速提升至 4000r/min。若转速再高，则由于变频器的电流失速保护，时间会自动延长。
4）直流制动
有时为了不叫快速的停机，可以用到直流制动功能，详细说明请阅读前面相关内容。
5）正反转死区时间【b18】
由于数控机床经常要进行正反转的切换，所以有时为了使得负载有一定的反转等待时间，可以加入死区时间。

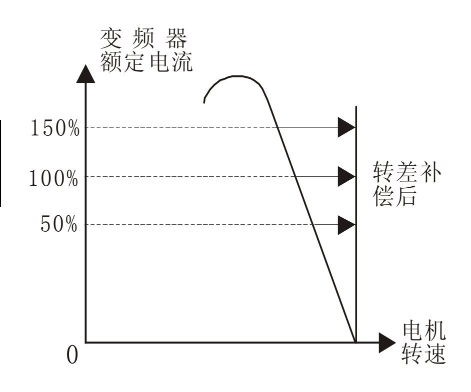
4.16.3 重负载

这里主要介绍 Fe 变频器的——转差频率补偿【b31】。当变频器驱动异步电机时，负载增加，转差会增大，该参数可以设定补偿频率，降低滑差，使电机在额定电流下运转，速度更接近同步转速。用户将根据负载情况加上转差频率补偿。

注意：（1）一旦转差频率补偿过大，电机转速将超过同步转速运行。此时：上限频率＝输出频率+ K·转差频率[b28]。K 与负载电流大小有关，且小于等于 1。

（2）使用转差频率补偿时，应关闭[H26]下垂控制功能，令[H26]＝0.00。

b 31	转差频率补偿		出厂设定值	0.00
	设定范围	0.00～5.00Hz	最小单位	0.01Hz



4.16.4 一拖多的情况

1）一台变频器同步控制多台电机，如纺纱机。

（1）变频器的容量为多台电机容量的总和（以电流为基准），最好再放大 10%~15%。各台电机的负载均匀。如果不均匀，会导致负载重过重的电机发热烧坏。

（2）多台电机同步启动和停止，同频升降速。变频器输出应直接和电机相联接，中间不能用接触器、继电器。

（3）不允许多台电机异步启动和异步停止。因为这种控制方式，变频器输出要接继电器，与上面第二条冲突，所以原则上是不允许的！异步启动时，第一台电机启动是不会有问题的。但第二台电机启动时，变频器输出侧电压则很高，此时，第二台电机相当于全压启动，它的启动电流约是自身额定电流的 7－8 倍，远超过变频器的额定电流。如果接了接触器，且第一台电机在异步停止时，变频器输出电压一定很高，此时继电器在开关电机时，电感性负载会产生很高的瞬间反向电压，远超过变频器内部器件的额定电压，变频器不是过压报警就是过压损坏。

2）一台变频器拖动的多部电机逐一启动的情况，如恒压供水。

当压力变化较大时，需要多部水泵同时供水。在多部水泵切换过程中，变频器主要起软启动器的作用，当压力一定时，变频器将根据 PLC 或 PID 控制器所给模拟信号的幅值进行节能运行。注意事项如下：

（1）多台电机异步切换时必须在变频器停止后，才可以切换到下一台启动。

（2）系统前端最好有独立变压器，且其容量要有一定余量。

当电机切换至工频时，切换电流有可能都很大（相位关系），所以大功率电机的供水系统最好有独立变压器，不至于网压拉低影响变频器侧的正常工作。

（3）接触器要选用质量比较好的，且要有一定触点余量并有灭弧功能。

在切换过程中，接触器经常动作，寿命短，如果触点打火或烧熔在一起，则容易损坏变频器，而且通常损坏严重！所以要用质量好的接触器。并要定期检查和清理。

（4）要处理好电磁兼容。

变频器在运行时，会有大量高次谐波，干扰周边设备。如压力变送器的信号不准，PLC 不能正常工作等。变频器控制信号线、传感器信号线及 PLC 等要用屏蔽线，要和动力线分开走，或加装磁环、电抗器、隔离变压器，并正确接地等。

4.17 通讯功能参数设置

在使用 Fe 变频器进行通信时，先要进行通讯使能设置。相关参数如下：

参数代码	参数功能	参数代码	参数功能
b00=5，6	上位机控制选择	H10	波特率选择
b02=12	上位机频率给定	H11	通讯断线处理方式
H08=1，2	上位机使能选择	H12	断线检出时间
H09	本机站名		

根据通讯协议，编写上位机控制程序。相关说明请阅读《Fe 变频器使用手册》。

第五章 调试过程中疑难问题解答

5.1 为什么一般情况下要设定启动转矩补偿，而且每台设置不尽相同？

答：这是由 Fe 变频器的原理决定的。

Fe 变频器是通用型 V/F 控制模式的变频器，一般情况要进行转矩补偿（b06），而由于不同的电机性能和负载状况不同，补偿的多少不同。重载启动，则要补偿多一点，反之少一点，但如果补偿过多则会造成过载（OL），加速过电流（OC-2）保护，所以应当设置适当。

转矩提升可以有效地提高电动机的输出转矩。该曲线选得过小会使电动机输出转矩不足，启动困难；选得过大，电动机磁通饱和损耗相应增加，电机温升提高也不利于节能。因此，在选择转矩提升曲线时，我们应根据负载的性质来选择。

1） 负载的惯量大，一般起动转矩小。所以，加减速度时间值设定大时，转矩提升值要设定小。

2） 起动转矩大的负载，一般惯量小。所以，加减速时间设定小时，转矩提升要设定大一些。

①如果加减速时间长，大电流流过的时间长。

②逐步加大转矩提升，电流会逐步减小，直到电流反而增大时，停止转矩补偿的提升。

③始动频率设得高一些（5-10Hz）。

调速的基本原理基于以下公式:

$$n_1 = \frac{60f_1}{P} \qquad (1)$$

式(1)中: n1—同步转速(r/min);f1—定子供电电源频率(Hz);

P—磁极对数。

一般异步电机转速 n 与同步转速 n1 存在一个滑差关系：

$$n = n_1(1-S) = \frac{60f_1}{P}(1-S) \qquad (2)$$

式(2)中: n—异步电机转速(r/min);

S—异步电机转差率。

由(2)式可知，调速的方法可改变 f1、P、S 其中任意一种达到，对异步电机最好的方法是改变频率 f1，实现调速控制。

由电机理论，三相异步电机每相电势的有效值与下式有关。

$$E_1 = 4.44\ f_1\ N_1\ \Phi_m \qquad (3)$$

式(3)中: E1—定子每相电势有效值(V);

f1—定子供电电源频率(Hz);

N1—定子绕组有效匝数;

Φm—定子磁通(Wb)。

由(3)式可分成两种情况分析:

(1) 在频率低于供电的额定电源频率时属于恒转矩调速。

变频器设计时为维持电机输出转矩不变，必须维持每极气隙磁通 Φm 不变，从(3)式可知，也就是要使 E1/f1=常数。如忽略定子漏阻抗压降，可以认为供给电机的电压 U1 与频率 f1 按相同比例变化，即 U1/f1=常数。

但是在频率较低时，定子漏阻抗压降已不能忽略，因此要人为地提高定子电压，以作漏抗压降的补偿，维持 E1/f1≈常数，此时变频器输出 U1/f1 关系如图 5.1 中的曲线 2，而不再是曲线 1。

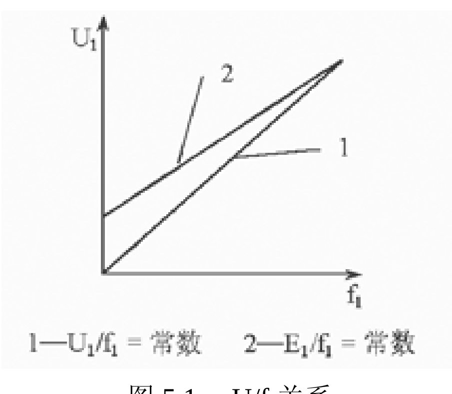


图 5.1　U/f 关系

多数变频器在频率低于电机额定频率时，输出的电压 U1 和频率 f1 类似图 1 中曲线 2，并且随着设置不同，可改变补偿曲线的形状，使用者要根据实际电机运行情况调整。

(2) 在频率高于定子供电的额定电源频率时属于恒功率调速。

此时变频器的输出频率 f1 提高，但变频器的电源电压由电网电压决定，不能继续提高。根据公式(3)，E1 不能变，f1 提高必然使 Φm 下降，由于 Φm 与电流或转矩成正比，因此也就使转矩下降，转矩虽然下降了，但因转速升高了，所以它们两的乘积并未变，转矩与转速的乘积表征着功率。因此这时候电机处在恒功率输出的状态下运行。

异步电机变频调速恒转矩和恒功率区域状态的特性如图 5.2 所示。

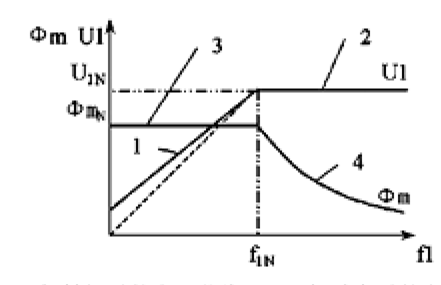


图 5.2　异步电机调速时的输出特性

由以上分析可知通用变频器对异步电机调速时，输出频率和电压是按一定规律改变的，在额定频率以下，变频器的输出电压随输出频率升高而升高，即所谓变压变频调速(VVVF)。而在额定频率以上，电压并不变，只改变频率。

实际上，多数变频调速场合是用于额定频率以下，低频时采用的补偿都是为了解决低频转矩的下降，其采用的方式多种多样。有矢量控制技术（VC），直接转矩控制技术(DTC)等等。其作用不外乎动态地改变低频时的变频器输出电压、输出相位或输出频率，也就是利用电路和电脑技术，实时地而不是固定地改变图 5.2 中曲线 1 的形状达到低速时力矩提升，并且稳定运行，又不至于电流太大而造成故障。

5.2 如果电机长时间在低速运行，要注意那些因素？

1、应注意限制最低转速。在低转速时，电机噪声增大，电机冷却能力下降，若负载转矩较大或满载，可能烧毁电机。确需低速运转的高负荷变频电机，应考虑加大额定功率，或增加辅助的强风冷却。
2、如果低速时负载转矩比额定转矩大，则要加大电机功率和变频器功率才能应付低速运行。
3、如当电机长期在低速运行时，因普通电机的风扇在电机轴上，风扇已不能有效散热，电机会严重发热。因此，要加大电机功率或让电机使用外部风扇冷却。
4、一般电机在使用变频器时，因变频器 PWM 波有很高的脉冲前后沿，dv/dt 很大，绕阻匝间和对地绝缘很易损坏，这已成为变频器使用中一个问题。因此，应选用绝缘质量优良的电机产品。

另外，如果电机超过额定转速运行，要注意电机在高速离心力下是否能承受，普通电机的转子离心机械强度是按额定转速设计的。对直径较大的电机，不要使用到额定转速的 1.5 倍以上，否则就有危险。这时就应选用专门的变频电机。注意防止发生共振现象。由于定子电流中含有高次谐波成分，电机转矩中含有脉动分量，有可能造成电机的振动与机械振动产生共振，使设备出现故障。应在预先找到负载固有的共振频率后，利用变频器频率跳跃功能设置，躲开共振频率点。

5.3 高频冲击负载用变频器应注意那些因素？

在高频冲击负载如电焊机、电镀电源、电解电源等场合，电压经常出现闪变；在一个车间中，有几百台变频器等容性整流负载在工作时，电网的谐波非常大，对于电网质量有很严重的污染，对设备本身也有相当的破坏作用，轻则不能够连续正常运行，重则造成设备输入回路的损坏。可以采取以下的措施：

1、集中整流的直流共母线供电方式

在高频冲击负载如电焊机、电镀电源、电解电源等场合建议用户增加无功静补装置，提高电网功率因数和质量。

2、在变频器比较集中的车间，建议采用集中整流，直流共母线供电方式。建议用户采用 12 脉冲整流模式。优点是，谐波小、节能，特别适用于频繁起制动、电动运行与发电运行同时进行的场合。

3、变频器输入侧加装无源 LC 滤波器，减小输入谐波，提高功率因数，成本较低，可靠性高，效果好。

4、变频器输入侧加装有源 PFC（功率因数校正）装置，效果最好，但成本较高。

5.4 变频器驱动齿轮减速电动机时应注意那些因素？

使用变频器驱动齿轮减速电动机时，使用范围受到齿轮转动部分润滑方式的制约。润滑

油润滑时，在低速范围内没有限制；在超过额定转速以上的高速范围内，有可能发生润滑油用光的危险。因此，不要超过最高转速容许值。

容量大的电机，每相绕组的匝数较少，电感量较小。启动时的电流脉动幅度和启动瞬间冲击电流较大，启动过程中的加速电流也较大。需要延长加减速时间，并在变频器和电机之间加装输出电抗器。

变频器安装地点必需符合标准环境的要求，否则易引起故障或缩短使用寿命；变频器与驱动马达之间的距离一般不超过 50 米，若需更长的距离则需降低载波频率或增加输出电抗器选件才能正常运转。

5.5 绕组式异步电机怎么使用变频器调速？

1、绕组式异步电机的特点

绕组式异步电机和鼠笼式异步电机的不同之处在于：绕组式异步电机不仅有定子绕组，而且还有转子绕组。其转子绕组为一组星形连续的三相绕组，三相绕组的端点分别与三个集电环相连，通过集电环与电刷和外部的电阻相连（起动和调速用），如下图 5.3：

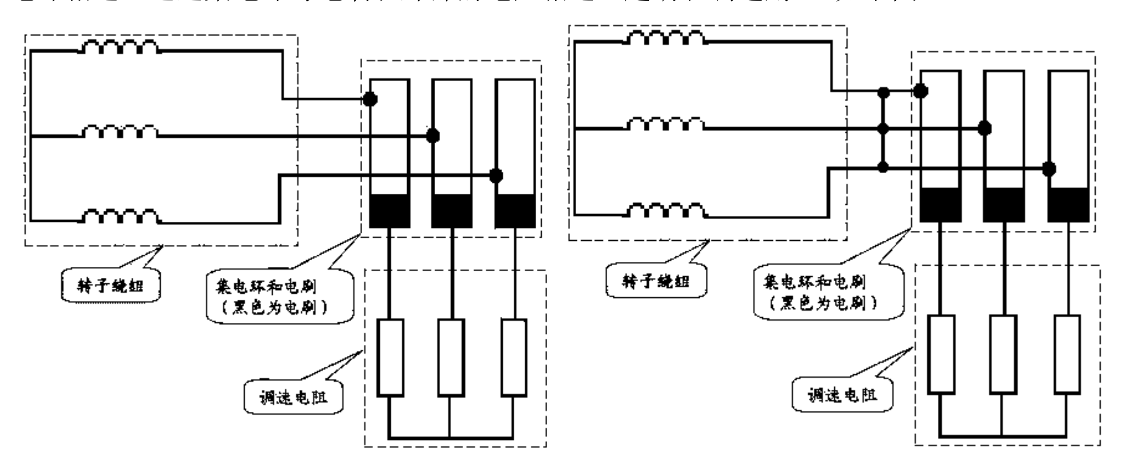


图 5.3 常规转子连线图　　　图 5.4：使用变频器时的连线（转子短接）

2、注意事项

绕组式异步电机使用变频器调速时，转子绕组已没有外接调速电阻的必要。为了避免电刷与集电环之间因接触不良而引起故障，可将与集电环相接的转子绕组的三根线用导线直接短接，并将电刷永远升起，如图 5.4 所示。

第六章 调试中常见故障分析与解决

6.1 Fe 变频器调试过程中的干扰问题怎么解决？

变频器的干扰类型：

1、 外界对变频器的干扰

主要来源于电源进线。当电源系统投入其它设备（如电容器）或由于其它设备的运行（如晶闸管等换相设备）时，容易造成电源的畸变，而损坏变频器的开关管。在变频器的输入电路中串入交流电抗器可有效抑制来源于进线的干扰。

2、 变频器对外界的干扰

（1） 干扰信号的传播方式

空中辐射方式 以电磁波的方式对外辐射

电磁感应方式 通过线间电感而感应

静电感应方式 通讯线间电容而感应

线路传播方式 通过线源网络而传播

（2） 抗干扰措施

① 变频器侧

感应方式传播的干扰信号，通过正确的布线和采用屏蔽线来消弱

线路传播的干扰信号，可以在线路中串入小电感来消弱

辐射传播的干扰信号，通过吸收方法来消弱（无线电抗干扰滤波器）

在变频器输出侧和电机间串入滤波电抗器，可以不仅起到抗干扰作用，还可以消弱由于高次谐波引起的附加转矩，改善电动机的运行特性。

在变频器的输出侧，绝对不允许用电容器来吸收谐波电流。

② 仪器侧

电源隔离法 仪器电源侧接入隔离变压器

信号隔离法 信号侧用光电耦合器隔离

6.2 电机声音大的原因

当用变频器拖动电机运行时，我们经常遇到电机噪音大的情况。电机噪音大主要有两方面的原因：机械方面和电气方面。

1，机械方面：

如电机冷却风扇损坏或刮擦电机外壳，电机固定不稳等。这方面的情况好处理一些，只要能找到噪音源，一般好处理。

2，电气方面

(1)变频器载波频率设置太低

可以适当把载波频率设置高些，但这时又会带来一些问题，如果载波频率调得太高，又会对其它设备造成干扰，尤其是当采用 PLC 通讯方式时。因此要根据现场的实际情况设置载波频率。

(2)电机共振

有时,电机在运行时的某一频段会产生机械共振。这时可以利用变频器的跳频设置方法。Fe 变频器有"跳频"设置，其作用是：设置电机共振的频率，当变频器运行到此频段时，跳过此段频率，避免电机产生共振。

(3)电机带负载能力降低

有时电机长时间使用后，或电机质量不好，带负载能力会降低。这里电机的噪音也会比正常时大。

(4)变频器高次谐波大

变频器高次谐波成份大时，容易造成电机震动增大，转速产生抖动、不稳定，并且增大电机噪音。这里加装 AC（输入侧）和 DC（输出侧）电抗器。

6.3 过流报警（OC—1，2，3）及过载（OL）

过流是变频器报警最为频繁的现象。

（1）过电流保护功能

变频器中,过电流保护的对象主要指带有突变性质的、电流的峰值超过了变频器的容许值的情形. 由于逆变器件的过载能力较差,所以变频器的过电流保护是至关重要的一环。过电流的原因：

A、工作中过电流

即拖动系统在工作过程中出现过电流.其原因大致来自以下几方面:

① 电动机遇到冲击负载,或传动机构出现“卡住”现象,引起电动机电流的突然增加.

② 变频器的输出侧短路,如输出端到电动机之间的连接线发生相互短路,或电动机内部发生短路等.

③ 变频器自身工作的不正常,如逆变桥中同一桥臂的两个逆变器件在不断交替的工作过程中出现异常。例如，由于环境温度过高，或逆变器件本身老化等原因，使逆变器件的参数发生变化，导致在交替过程中，一个器件已经导通、而另一个器件却还未来得及关断，引起同一个桥臂的上、下两个器件的“直通”，使直流电压的正、负极间处于短路状态。

B、升速时过电流

当负载的惯性较大，而升速时间又设定得太短时，意味着在升速过程中，变频器的工作效率上升太快，电动机的同步转速迅速上升，而电动机转子的转速因负载惯性较大而跟不上去，结果是升速电流太大。

C、降速中的过电流

当负载的惯性较大，而降速时间设定得太短时，也会引起过电流。因为，降速时间太短，同步转速迅速下降，而电动机转子因负载的惯性大，仍维持较高的转速，这时同样可以是转子绕组切割磁力线的速度太大而产生过电流。

（2）处理方法

A、 起动时一升速就跳闸，这是过电流十分严重的现象，主要检查：

① 工作机械有没有卡住

② 负载侧有没有短路，用兆欧表检查对地有没有短路

③ 变频器功率模块、驱动电路坏、电流检测电路有没有损坏

④ 电动机的起动转矩过小，拖动系统转不起来

B、起动时不马上跳闸，而在运行过程中跳闸，主要检查：

① 升速时间设定太短，加长加速时间

② 减速时间设定太短，加长减速时间

③ 转矩补偿（U/F 比）设定太大，引起低频时空载电流过大

④ 电子热继电器整定不当，动作电流设定得太小，引起变频器误动作

过载也是变频器跳动比较频繁的故障之一，首先应该分析一下到底是马达过载还是变频器自身过载,一般来讲马达由于过载能力较强，只要变频器参数表的电机参数设置得当，一般不大会出现马达过载。而变频器本身由于过载能力较差很容易出现过载报警。可以监视变频器输出电流。

6.4 过压（OE—1，2，3）及欠压（P.OFF）

过电压报警一般是出现在停机的时候，其主要原因是减速时间太短或制动电阻及制动单元有问题。

变频器在减速时，电动机转子绕组切割旋转磁场的速度加快，转子的电动势和电流增大，使电机处于发电状态，回馈的能量通过逆变环节中与大功率开关管并联的二极管流向直流环节，使直流母线电压升高所致，所以应该着重检查制动回路，测量放电电阻有没有问题。

欠压主要是因为主回路电压太低，主要原因：电网电压太低、整流桥某一路损坏或可控硅三路中有工作不正常的都有可能导致欠压故障的出现，其次主回路接触器损坏，导致直流母线电压损耗在充电电阻上面有可能导致欠压.还有就是电压检测电路发生故障而出现欠压问题。

6.5 过热（OH）

过热也是一种比较常见的故障，主要原因:周围温度过高，风机堵转，温度传感器性能不良，马达过热。

6.6 输出不平衡及无显示

输出不平衡一般表现为马达抖动，转速不稳，主要原因：电机接线某一项松动，电机绕组烧坏，变频器模块坏，驱动电路坏，电抗器坏等。

上电无显示主要有：模块坏，开关电源坏等。

6.7 漏电断路器经常跳闸，如何解决？

这是由输出线与电机之间的分布电容引起的，电线越长或电机容量越大时，漏电流越大，漏电断路器容易动作。

对策：①增加漏电开关的漏电设定电流。
②使用带高频对策的漏电开关。
③降低载波频率。
④采用输出电抗器。

第七章 变频器应用误区

误区 1、使用变频器都能节电

一些文献宣称变频调速器是节电控制产品，给人的感觉是只要使用变频调速器都能节电。

实际上，变频调速器之所以能够节电，是因为其能对电动机进行调速。如果说变频调速器是节电控制产品的话，那么所有的调速设备也都可以说是节电控制产品。变频调速器只不过比其它调速设备效率和功率因数略高罢了。

变频调速器能否实现节电，是由其负载的调速特性决定的。对于离心风机、离心水泵这类负载，转矩与转速的平方成正比，功率与转速的立方成正比。只要原来采用阀门控制流量，且不是满负荷工作，改为调速运行，均能实现节电。当转速下降为原来的 80%时，功率只有原来的 51.2%。可见，变频调速器在这类负载中的应用，节电效果最为明显。

对于罗茨风机这类负载，转矩与转速的大小无关，即恒转矩负载。若原来采用放风阀放走多余风量的方法调节风量，改为调速运行，也能实现节电。当转速下降为原来的 80%时，功率为原来的 80%。比在离心风机、离心水泵中的应用节电效果要小得多。对于恒功率负载，功率与转速的大小无关。水泥厂恒功率负载，如配料皮带秤，在设定流量一定的条件下，当料层厚时，皮带速度减慢；当料层薄时，皮带速度加快。变频调速器在这类负载中的应用，不能节电。

与直流调速系统比较，直流电动机比交流电动机效率高、功率因数高，数字直流调速器与变频调速器效率不相上下，甚至数字直流调速器比变频调速器效率略高。所以，宣称使用交流异步电动机和变频调速器比使用直流电动机和直流调速器要节电，理论和实践证明，这是不正确的。

误区 2、变频器的容量选择以电动机额定功率为依据

相对于电动机来说，变频调速器的价格较贵，因此在保证安全可靠运行的前提下，合理地降低变频调速器的容量就显得十分有意义。

变频调速器的功率指的是它适用的 4 极交流异步电动机的功率。

由于同容量电动机，其极数不同，电动机额定电流不同。随着电动机极数的增多，电动机额定电流增大。变频调速器的容量选择不能以电动机额定功率为依据。同时，对于原来未采用变频器的改造项目，变频调速器的容量选择也不能以电动机额定电流为依据。这是因为，电动机的容量选择要考虑最大负荷、富裕系数、电动机规格等因素，往往富裕量较大，工业用电动机常常在 50%～60%额定负荷下运行。若以电动机额定电流为依据来选择变频调速器的容量，留有富裕量太大，造成经济上的浪费，而可靠性并没有因此得到提高。

对于鼠笼式电动机，变频调速器的容量选择应以变频器的额定电流大于或等于电动机的最大正常工作电流 1.1 倍为原则，这样可以最大限度地节约资金。对于重载起动、高温环境、绕线式电动机、同步电动机等条件下，变频调速器的容量应适当加大。

对于一开始就采用变频器的设计中，变频器容量的选择以电动机额定电流为依据无可厚非。这是因为此时变频器容量不能以实际运行情况来选择。当然，为了减少投资，在有些场合，也可先不确定变频器的容量，等设备实际运转一段时间后，再根据实际电流进行选择。

误区 3、用视在功率计算无功补偿节能收益

用视在功率计算无功补偿节能效果。如某风机系统工频满载工作时，电动机运行电流为 289A，采用变频调速时，50Hz 满载运行时的功率因数约为 0.99，电流是 257A，这是由于变频器内部滤波电容产生改善功率因数的作用。视在功率：ΔS=UI=×380×(289－257)=21kVA，如果算得节能效果约为单机容量的 11%左右则是错的。

实际分析：S 即表示视在功率，即电压与电流的乘积，电压相同时，视在功率节约百分比与电流节约百分比是一回事。在有电抗的电路中，视在功率只是反映了配电系统的允许最大输出能力，而不能反映电动机实际消耗的功率。电动机实际消耗的功率只能用有功功率表示。在该例中，虽用实际电流计算，但计算的是视在功率，而不是有功功率。我们知道，电动机实际消耗的功率是由风机及其负载决定的。功率因数的提高并没有改变风机的负载，也没有提高风机的效率，风机实际消耗的功率没有减少。功率因数提高后，电动机运行状态也没有改变，电动机定子电流并没有减少，电动机消耗的有功功率和无功功率都没有改变。

功率因数提高的原因是变频器内部滤波电容产生无功功率供给了电动机消耗。随着功率因数提高，变频器的实际输入电流减少，从而减少了电网至变频器之间的线损和变压器的铜耗。同时，负荷电流减小，给变频器供电的变压器、开关、接触器、导线等配电设备可以带更多的负载。需要指出的是，如果象该例一样不考虑线损和变压器铜耗的节约，而考虑变频器的损耗，变频器在 50Hz 满载运行时，不仅没有节能，而且还费电。因此，用视在功率计算节能效果是不对的。

某水泥厂离心风机拖动电动机型号为 Y280S－4，额定功率为 75kW，额定电压 380V，额定电流 140A。在进行变频调速改造前，阀门全开，通过测试发现，电动机电流 70A，只有 50%负荷，功率因数为 0.49，有功功率为 22.6kW，视在功率为 46　07kVA。在采用变频调速改造后，阀门全开，额定转速运行时，三相电网平均电流为 37A，从而认为节电（70－37）÷70×100%=44.28%。这样计算，看似合理，实质上仍是以视在功率计算节能效果。该厂在进一步测试后发现，此时功率因数为 0.94，有功功率为 22.9kW，视在功率为 24.4kVA。可见，有功功率增加，不但没有节电，反而费电。有功功率增加的原因是考虑了变频器的损耗，而没有考虑线损和变压器铜耗的节约。产生这种错误的关键在于没有考虑功率因数提高对电流下降的影响，默认功率因数不变，从而片面夸大了变频器的节能效果。因此，在计算节能效果时，必须用有功功率，不能用视在功率。

误区 4、变频器输出侧不能加装接触器

几乎所有变频调速器使用说明书都指出，变频调速器输出侧不能加装接触器。如日本安川变频器说明书就规定“切勿在输出回路连接电磁开关、电磁接触器”。

厂家的规定是为了防止在变频调速器有输出时接触器动作。变频器在运行中连接负载，会由于漏电流而使过电流保护回路动作。那么，只要在变频调速器输出与接触器动作之间，加以必要的控制联锁，保证只有在变频调速器无输出时，接触器才能动作，变频调速器输出侧就可以加装接触器。这种方案对于只有 1 台变频调速器，2 台电动机(1 台电动机运行，1 台电动机备用)的场合，具有重要的意义。当运行的电动机出现故障时，可以很方便地将变频器切换到备用电动机，经过延时使变频器运行，实现备用电动机自动投入变频运行。并且还可以很方便地实现 2 台电动机的互为备用。

误区 5、变频调速器在离心风机中的应用，可完全取代风机的调节阀门

采用变频调速器对离心风机进行调速来控制风量，与调节阀门控制风量相比,具有明显的节电效果。但在有些场合，变频调速器不能完全取代风机的阀门，在设计中要引起特别注意。为了说明这个问题，我们先从其节电原理谈起。离心风机的风量与转速的一次方成正比，风压与转速的平方成正比，轴功率与转速的立方成正比。

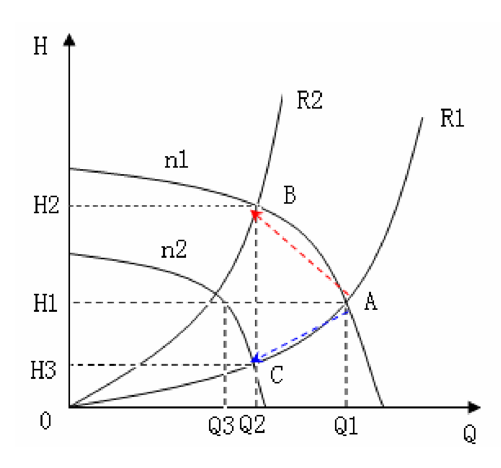


图 7.5.1 风机泵压力-流量曲线图

如图 7.5.1 所示，曲线(R1)为风机在恒速下，风压－风量(H－Q)特性；曲线(R2)为管网风阻特性(阀门开度全开)。风机工作在 A 点时输出风量为 Q1，此时轴功率 N1 与 Q1、H1 的乘积面积(AH1OQ1)成正比。当风量从 Q1 减少到 Q2，如采用调节阀门方法，使管网阻力特性变到曲线(n1)。系统由原来的工况点 A 变到新的工况点 B 运行，风压反而增加，轴功率 N2 与面积(BH2OQ2)成正比，N1 与 N2 相差不多。如果采用调速控制方式，风机转速由 n1 降到 n2,则风压－风量(H－Q)特性如曲线(n2)所示，在满足同样风量 Q2 的情况下，风压 H3 大幅度降低，功率 N3(相当于面积 CH3OQ2)随着显著减少，节能效果十分显著。

从上面的分析还可以看出，调节阀门控制风量，随着风量的减少，风压反而增加；而采用变频调速器调速来控制风量，随着风量的减少，风压大幅度下降。风压下降太多，有可能满足不了工艺要求。即如果工况点在曲线(R1)、曲线(R2)、H 轴所围区域内部，单纯地依靠变频调速器调速将无法满足工艺要求，需要和阀门调节结合才能满足工艺要求。某厂引进的变频调速器，在离心风机中的应用中，因没有设计阀门，单纯地依靠变频调速器调速来改变风机工况点，吃尽了苦头。要么转速太高，风量太大；若降低转速，风压又满足不了工艺要求，吹不进风。因此离心风机在使用变频调速器调速节电时，要兼顾风量和风压这 2 个指标，否则会带来不良的后果。

误区 6、 通用电动机只能在其额定转速以下采用变频调速器降速运行

经典理论认为，通用电动机频率上限为 55Hz。这是因为当电动机转速需要调到额定转速以上运行时，定子频率将增加到高于额定频率(50Hz)。这时，若仍按恒转矩原则控制，则定子电压将升高超过额定电压。那么，当调速范围高于额定转速时，须保持定子电压为额定电压不变。这时，随着转速/频率的上升，磁通将减少，因此在同一定子电流下的转矩将减小，机械特性变软，电动机的过载能力大幅度减少。

由此可见，通用电动机频率上限为 55Hz 是有前提条件的：

1、定子电压不能超过额定电压；

2、电动机在额定功率运行；

3、恒转矩负载。

上述情况下，理论和试验证明，若频率超过 55Hz，将使电动机转矩变小，机械特性变软，过载能力下降，铁耗急增，发热严重。

电动机实际运行状况表明，通用电动机可以通过变频调速器进行提速运行。能否变频提速？能提多少？主要是由电动机拖动的负载来决定的。首先，要弄清负荷率是多少？其次，要搞清楚负载特性，根据负载的具体情况，进行推算。简单分析如下：

1、事实上，对于 380V 通用电动机，定子电压超过额定电压 10%长期运行是可以的，对电动机绝缘及寿命没有影响。定子电压提高，转矩显著增大，定子电流减少，绕组温度下降。

2、电动机负荷率通常为 50%～60%

一般情况下，工业用电动机通常在 50%～60%额定功率下工作。经推算，电动机输出功率为 70%额定功率，定子电压提高 7%时，定子电流下降 26.4%，此时，即使是恒转矩控制，采用变频调速器提高电动机转速 20%，定子电流也不但不会上升，反而会下降。尽管提高频率后，电动机铁耗急增，但由其产生的热量与定子电流下降而减少的热量相比甚微。因此，电动机绕组温度也将明显下降。

3、负载特性各种各样

电动机拖动系统是为负载服务的，不同的负载，机械特性不同。电动机在提速后必须满足负载机械特性的要求。经推算恒转矩负载不同负荷率(k)时的允许最高运行频率(fmax)与负荷率成反比，即 fmax=fe/k，其中 fe 为额定工频。对恒功率负载，通用电动机的允许最高工作频率主要受电动机转子和转轴的机械强度限制，笔者认为一般限制在 100Hz 以内为宜。

误区 7、忽视变频器的自身特点——电磁干扰

变频调速器的调试工作一般由经销厂家来完成，不会出现什么问题。变频调速器的安装工作较简单，一般由用户来完成。一些用户不认真阅读变频调速器的使用说明书，不严格按照技术要求进行施工，忽视变频器自身特点,将其等同于一般电气器件，凭想当然和经验办事，为故障和事故埋下了隐患。

根据变频调速器的使用说明书的要求，接到电动机的电缆应采用屏蔽电缆或铠装电缆，最好穿金属管敷设。截断电缆的端头应尽可能整齐，未屏蔽的线段尽可能短，电缆长度不宜超过一定的距离（一般为 50m）。当变频调速器与电动机间的接线距离较长时，来自电缆的高谐波漏电流会对变频调速器和周边设备产生不利影响。从变频器控制的电动机返回的接地线，应直接连到变频器相应的接地端子上。变频器的接地线切勿与焊机及动力设备共用，且尽可能短。由于变频器产生漏电流，与接地点太远则接地端子的电位不稳定。变频器的接地线的最小截面积必须大于或等于供电电源电缆的截面积。为了防止干扰而引起的误动作，控制电缆应使用绞合屏蔽线或双股屏蔽线。同时要注意切勿将屏蔽网线接触到其它信号线及设备外壳，用绝缘胶带缠包起来。为了避免其受到噪声的影响，控制电缆长度不宜超过 50m。控制电缆和电动机电缆必须分开敷设，使用单独的走线槽，并尽可能远离。当二者必须交叉时，应采取垂直交叉。千万不能将它们放在同一个管道或电缆槽中。而一些用户在进行电缆敷设时，没有严格按照上述要求进行施工，导致在单独调试时设备运转正常，正常生产时却干扰严重，以致不能运行。

如某水泥厂二次风温表突然出现指示异常：指示值明显偏低，且大幅度波动。在此之前一直运行很好。检查热电偶、温度变送器及二次仪表，均未发现问题，将相关仪表移到其

他测点，仪表运行完全正常，而将其他测点的同类仪表换到此处，也出现同样现象。后发现在篦冷机 3 号冷却风机电动机上新安装了 1 台变频调速器，而且正是变频器投用后二次风温表才出现指示异常状态。试将变频器停运，二次风温表指示立即恢复正常；再起动变频器，二次风温表又出现指示异常，连续反复试验几次均是如此，从而判断出变频器的干扰是造成二次风温表显示异常的直接原因。该风机为离心式通风机，原来采用阀门调节风量，后改为变频调速调节风量。由于现场粉尘较大，环境恶劣，故将变频器安装在 MCC(电动机控制中心)控制室。为了施工方便，变频器接在该风机主接触器的下侧，变频器输出电缆使用该风机电动机的动力电缆。该风机电动机的动力电缆为聚氯乙烯绝缘无钢铠护套电缆，并与二次风温表信号电缆在同一电缆沟的不同桥架层平行敷设。可见，正是因为变频器输出电缆没有采用铠装电缆或穿铁管敷设，导致了干扰现象的发生。这个教训对原来没有采用变频器的改造项目要引起特别注意。

在变频调速器的日常维护中也要特别小心。有的电工一发现变频器故障跳停，就立即打开变频器进行维修。这样做是很危险的，有可能发生人身触电事故。这是因为即使变频器不处于运行状态，甚至电源已经切断，由于其中的电容器的存在，变频器的电源输入线、直流端子和电动机端子上仍然可能带有电压。断开开关后，必须等待几分钟后，使变频器放电完毕，才能开始工作。还有的电工习惯于一发现变频调速系统跳停，就立即用摇表对变频器拖动的电动机进行绝缘测试，从而判断电动机是否烧毁。这也是很危险的，易使变频器被烧。因此，在电动机与变频器之间的电缆未断开前，绝对不能对电动机进行绝缘测试，也不能对已连接到变频器的电缆进行绝缘测试。

对变频器的输出参数进行测量时也要特别注意。由于变频器的输出为 PWM 波形，含有高次谐波，而电动机转矩主要依赖于基波电压有效值，故测量输出电压时，主要是测量基波电压值，使用整流式电压表，其测量结果最接近数字频谱分析仪测量值，而且与变频器的输出频率有极好的线性关系。若需进一步提高测量精度，可以采用阻容滤波器。数字万用表容易受干扰，测量有较大的误差。输出电流需要测量包括基波和其他高次谐波在内的总有效值，因此常用的仪表是动圈式电流表（在电动机负载时，基波电流有效值和总电流有效值差别不大）。当考虑到测量方便而采用电流互感器时，在低频情况下电流互感器可能饱和，所以，必须选择适当容量的电流互感器。